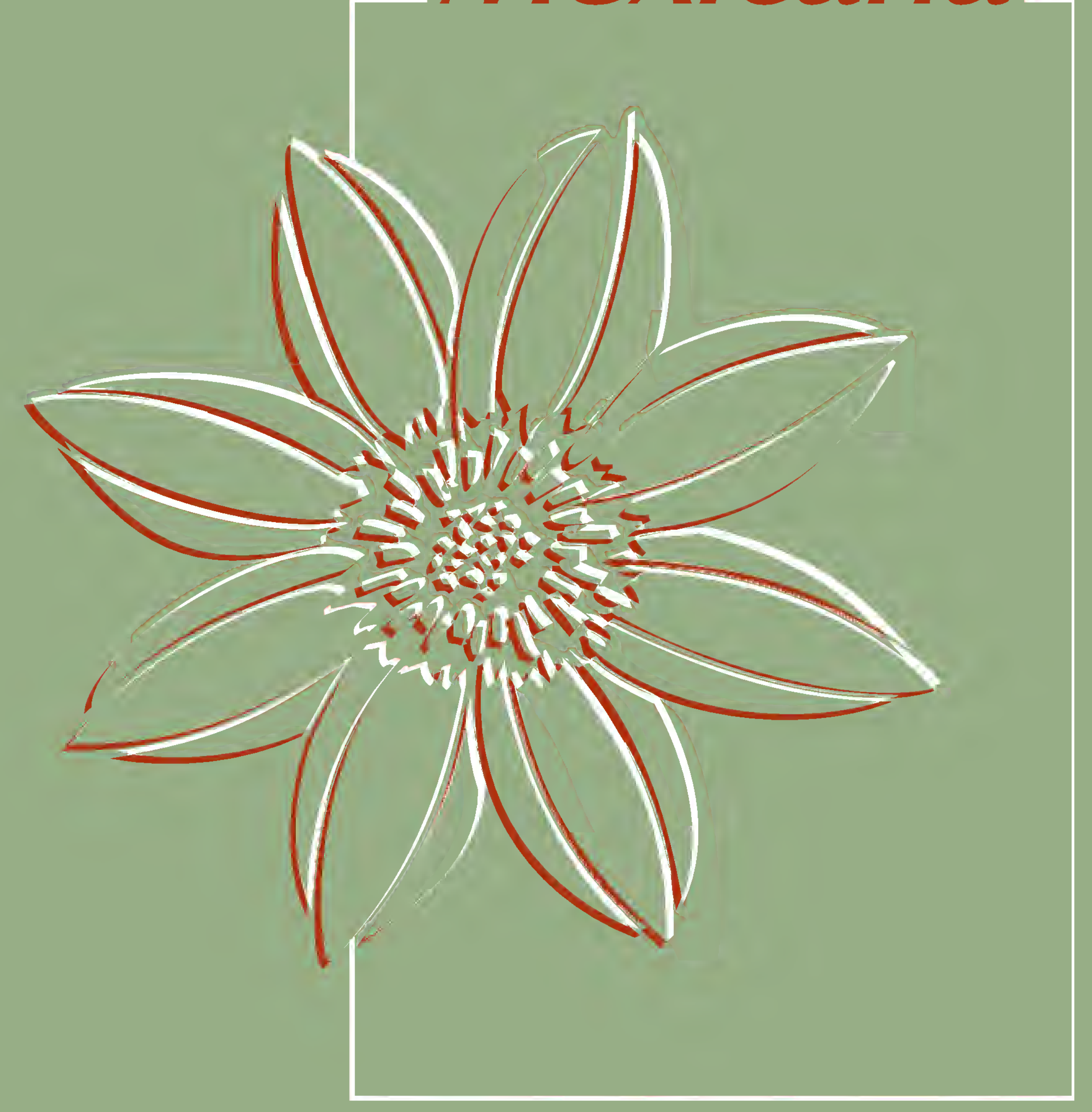
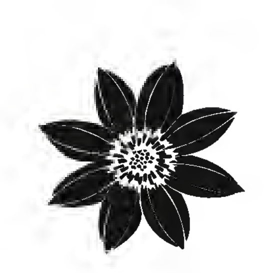
ISSN 0187-7151

Acta Botanica Mexicana



INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C.

Número 97
OCTUBRE 2011
Pátzcuaro, Mich.



Acta Botanica Mexicana

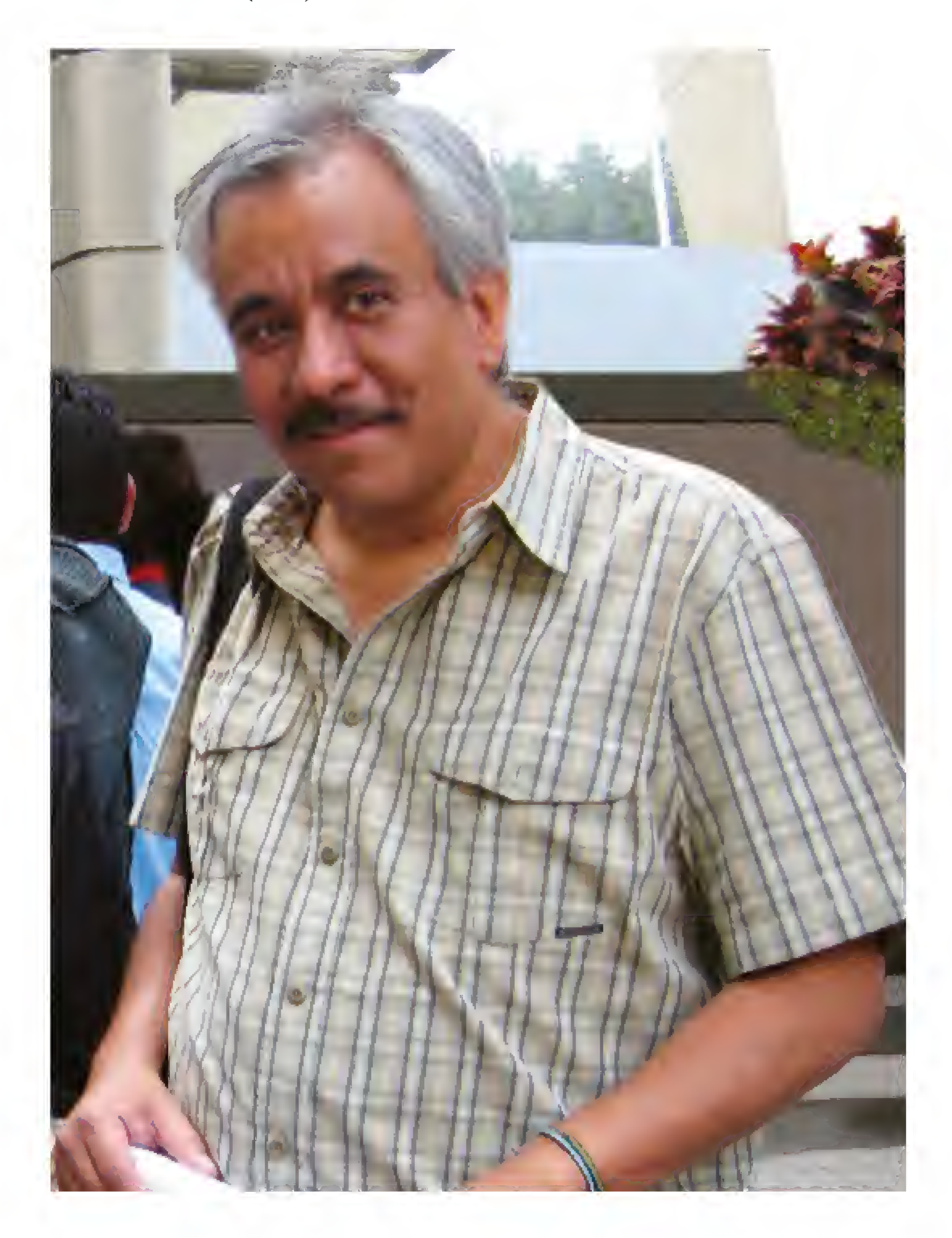
Acta Botanica Mexicana (ISSN 0187-7151) es una publicación de Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de Acta Botanica Mexicana. Pueden reproducirse sin autorización pequeños fragmentos de texto siempre y cuando se den los créditos correspondientes. La reproducción o traducción de artículos completos requiere el permiso de la institución que edita la revista. Las normas editoriales e instrucciones para los autores pueden consultarse en la página www1.inecol.edu.mx/abm

Acta Botanica Mexicana está actualmente incluida en los siguientes índices y bases de datos de literatura científica: Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Dialnet, Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT, Journal Citation Reports/Science Edition (con cálculo de factor de impacto), Latindex – Catálogo, RedALyC, SciELO, Science Citation Index Expanded y Scopus.

COMITÉ EDITORIAL

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

Acta Botanica Mexicana 96: 1-4 (2011)



RAYMUNDO RAMÍREZ DELGADILLO (1963-2011)

El pasado 22 de febrero falleció el Ing. Raymundo Ramírez Delgadillo, mejor conocido como "Ray" por sus compañeros, amigos y estudiantes con los que convivió.

Nació en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, el 17 de marzo de 1963, sin embargo sus familiares son de una población cercana, El Salto de Juanacatlán, y desde temprana edad sus padres lo llevaban a visitar a sus abuelos y tíos. Es aquí donde gracias a las frecuentes salidas al campo y las enseñanzas sobre las "hierbas" aparece su interés por las plantas.

Realizó todos los estudios en su ciudad natal y en 1983 ingresó a la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. Siempre mostró gran interés por las asignaturas de Botánica, por lo que pronto se le invitó a colaborar en el Instituto de Botánica, primero como prestador de servicio social y después como ayudante de investigación en proyectos de la Flora de Jalisco.

Raymundo era un entusiasta de la exploración botánica y poseedor de grandes cualidades, entre ellas está el hecho de que podía recordar con lujo de detalle las localidades, plantas, incidentes acontecidos en el campo, incluso de colectas realizadas varias décadas atrás. Algunas veces recurríamos a él para preguntarle cómo llegar a sitios anteriormente visitados.

Nunca aprendió a conducir bien un vehículo; no obstante, en los últimos años fue quien más salía al campo debido a la gran cantidad de proyectos en los que se encontraba involucrado, principalmente los de impacto ambiental con el Ing. Sergio Honorio Contreras y el Dr. Roberto Maciel. Gracias a esto, logró obtener un gran acervo de material botánico, principalmente del bosque tropical caducifolio y adquirió una cuantiosa experiencia en el conocimiento de las plantas de clima cálido. Con frecuencia acudíamos a él para que nos orientara en la identificación de las especies no muy comunes y siempre nos auxilió de forma eficaz y expedita, aun a costa de su tiempo.

La labor que realizó como colector le permitió acumular un número de casi 8,000 ejemplares con sus respectivos duplicados. Debido principalmente a este ritmo de trabajo, se distrajo de su objetivo de obtener el grado de Maestría en Ciencias en la Facultad de Ciencias de la UNAM (1994-1997). Para tal propósito cumplió con todos los créditos e incluso con la tesis con el tema "Sistemática del complejo *Vigna speciosa* (H.B.K.) Verd. (Secc. *Sigmoidotropis*) para México", pero no se concedió un momento para presentar su examen.

Fue nombrado curador del Herbario IBUG en el año de 1992 y se caracterizó por ser una persona muy responsable; las reglas que seguía simplemente se debían de cumplir y no había forma alguna de poderlas evadir. En no pocas ocasiones esto le trajo enemistades, que después se subsanaban cuando las personas en cuestión lo conocían mejor y comprendían por qué era importante el estricto cuidado del herbario.

Respecto a su desempeño de docente se pueden contar muchas anécdotas que rayan hasta en lo inverosímil, entre ellas las relacionadas con el hecho de que era el maestro más popular de todos los del Instituto de Botánica. En una ocasión nos dirigíamos a la Feria Internacional del Libro y le hice una apuesta para saber quien de los dos era más conocido. Cuando llegamos él ni siquiera pudo ingresar

al evento, pues en la puerta encontró varios exalumnos que no veía desde años atrás. Al reconocerlo entablaron conversación durando varias horas, por lo que le fue imposible entrar. Tuvo muchos estudiantes que realizaron con él sus prácticas profesionales y fue sin lugar a dudas el maestro del Instituto de Botánica que más alumnos dirigió durante su Servicio Social, lo cual le permitió formar un gran equipo de colaboradores con la experiencia suficiente para hacer cualquier tipo de identificación botánica. Podemos mencionar entre sus discípulos a los biólogos Fermín Mercado Muñoz, Alfredo Frías Castro, Arturo Castro Castro, Esteban Suárez, María del Pilar Zamora T., Francisco Javier Rendón Sandoval, sólo por citar algunos.

Tuvo a su cargo varias asignaturas para biólogos y agrónomos, las principales fueron: Espermatofitas (1997-2011), La Vegetación de Nueva Galicia (2000-2011), Diversidad Vegetal II (1994-1996), Trabajo de Campo II (1994-1995), Seminario de Investigación I y Seminario de Investigación II (1997), Botánica Forestal (2010), entre otras. Dirigió cinco tesis de licenciatura y asesoró muchas más, en la actualidad dirigía dos y asesoraba una.

Quizá su secreto para tener esa extraordinaria aceptación con los estudiantes es que fue más que un maestro, fue un amigo que siempre ayudó, aun después de que los alumnos terminaran su carrera. Fue tal su aceptación, que en varias ocasiones lo nombraron presidente de generación de biólogos y casi siempre se le otorgó por lo menos un reconocimiento como uno de los mejores maestros de la carrera.

Tenía el nombramiento de Investigador Asociado desde el año 1985 a la fecha y su tiempo lo compartía además de la investigación y la docencia con las labores propias de encargado de herbario. Debido al número de proyectos en los que participó en la parte florística, fue uno de los que más presupuesto manejó, proveniente tanto del sector público como privado.

Su participación en artículos y libros como autor y coautor fueron 22, algunos de ellos aún en prensa, principalmente de tipo florístico y taxonómico en muy diversos grupos. Describió una nueva especie para la ciencia, *Bessera tuitensis* R. Ramírez y seis con otros autores:

Cypripedium luzmarianum R. González & Ramírez-Delgadillo
Polyanthes michoacana M. Cedano, Ramírez-Delgadillo e I. Enciso
Phaseolus albescens McVaugh ex Ramírez-Delgadillo & A. Delgado
Cleomella jaliscensis Villegas-Flores & Ramírez-Delgadillo
Agave rzedowskiana P. Carrillo & Ramírez-Delgadillo
Clethra fragrans L. M. González & Ramírez-Delgadillo

Son cinco las especies de orquídeas y una leguminosa que se han dedicado en su honor: *Bauhinia ramirezii* Reynoso, *Deiregyne ramirezii* R. González, *Malaxis ramirezii* R. González, *Microtelis ramirezii* R. González & Szlachetko (inéd.), *Bletia ramirezii* R. González & Cuevas-Figueroa (inéd.), *Potosia ramirezii* R. González & L. Hernández H. (inéd.)

Que su entusiasmo por las plantas siempre nos acompañe.

Jorge A. Pérez de la Rosa
Georgina Vargas Amado
Leticia Hernández López
Instituto de Botánica
Universidad de Guadalajara

Azucena Gabriela Trigueros Bañuelos
Alumna de Biología
Universidad de Guadalajara

Acta Botanica Mexicana 97: 5-8 (2011)

UNA ESPECIE NUEVA DE *VIGUIERA* (COMPOSITAE, HELIANTHEAE) DEL ESTADO DE QUERÉTARO (MÉXICO)*

Jerzy Rzedowski[1] y Graciela Calderón de Rzedowski

Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Apdo. postal 386,
61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.
[1]Autor para la correspondencia: jerzy.rzedowski@inecol.edu.mx

RESUMEN

Se describe como nueva y se ilustra a *Viguiera paneroana*, planta sólo conocida de la Sierra Madre Oriental en el estado de Querétaro, de un área próxima al límite con el de San Luis Potosí. De acuerdo con la información proporcionada por el Dr. José L. Panero y el Dr. Edward E. Schilling, las secuencias de ADN indican que la especie se ubica en la base de la sección *Maculatae*, aunque no pertenece propiamente a ella.

Palabras clave: Heliantheae, México, *Viguiera*, taxonomía.

ABSTRACT

Viguiera paneroana is described as new and illustrated. The species is only known from the Sierra Madre Oriental in the state of Querétaro (Mexico), from an area near the border of San Luis Potosí. According to the information supplied by Drs. José L. Panero and Edward E. Schlling, the DNA sequences indicate that the species is located at the base of the section *Maculatae*, although it does not belong properly to that section.

Key words: Heliantheae, Mexico, *Viguiera*, taxonomy.

* Trabajo realizado con apoyo económico del Instituto de Ecología, A.C. (cuenta 20006), del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Las exploraciones realizadas en el noreste del estado de Querétaro han arrojado algunas novedades de su flora fanerogámica. A continuación se describe una especie del género *Viguiera* encontrada en la Sierra Madre Oriental, en un lugar bastante cercano al límite con el estado de San Luis Potosí.

Viguiera paneroana Rzed. & Calderón sp. n. Fig. 1.

Herba perennis ca. 1 m alta; ramuli juvenes piloso-vilosi; folia (saltem superiora) alterna, breviter petiolata, ovata vel anguste ovata (4)6-9 cm longa acuminata denticulata vel subintegra triplinervata supra scabrida, infra viloso-pilosa; capitula pauca; involucrum campanulatum phyllariis 16-24 linearibus vel anguste lanceolatis (6)8-10(12) mm longis subaequalibus vel externis leviter brevioribus; paleae oblongae plerumque obtusae; flores radii 5-8 laminis oblongis vel oblanceolatis 2.2-2.8 cm longis luteis; flores disci 80-120 corollis ca. 6 mm longis luteis; achenia oblonga applanata ca. 2.5 mm longa, pappus aristis 2, ca. 2 mm longis et squamellis ca. 10, 1 mm vel minus longis.

Planta herbácea perenne de ca. 1 m de alto; ramillas café-rojizas, piloso-vilosas con pelos de ca. 1 mm de largo, glabrescentes con la edad; hojas, al menos las superiores, alternas, peciolo de 3 a 9 mm de largo, con pubescencia similar a la de las ramillas, lámina ovada a angostamente ovada, de (4)6 a 9 cm de largo, de (2)2.5 a 3.5 cm de ancho, ápice acuminado, base cuneada a redondeada, margen esparcidamente denticulado a casi entero, de textura membranácea, esencialmente triplinervadas, aunque con un par de nervaduras menos conspicuas partiendo muy cerca de la base de la lámina, haz de color verde olivo, escábrido y rasposo al tacto, envés más pálido y viloso-piloso sobre las principales nervaduras, con numerosos puntos glandulosos; cabezuelas dispuestas por pocas (3 a 8) en conjuntos cimosos terminales corimbiformes; involucro campanulado, sus brácteas 16 a 24, de tamaño subigual, o bien, las exteriores un poco más cortas que las interiores, dispuestas en 2 a 3 series, lineares a angostamente lanceoladas, de (6)8 a 10(12) mm de largo, puntiagudas en el ápice, piloso-vilosas por fuera, aunque algunas de las interiores se observan casi glabras en la superficie y sólo llevan pelos en los márgenes, de textura herbácea, receptáculo cónico, páleas oblongas, de ca. 6 mm de largo, por lo general romas en el ápice, pilósulas y/o ciliadas en la porción distal, rodeando estrechamente las flores del disco; flores liguladas 5 a 8, estériles, sus láminas oblongas a oblanceoladas, de 2.2 a 2.8 cm de largo, amarillas, pubérulas sobre las nervaduras por fuera; flores del disco 80 a 120, sus corolas de ca. 6 mm de largo, de las cuales menos de 1 mm corresponde al tubo y poco más de 1 mm a los lóbulos, amarillas, hispídulas en los lóbulos por fuera, anteras de ca. 2.5 mm de lar-

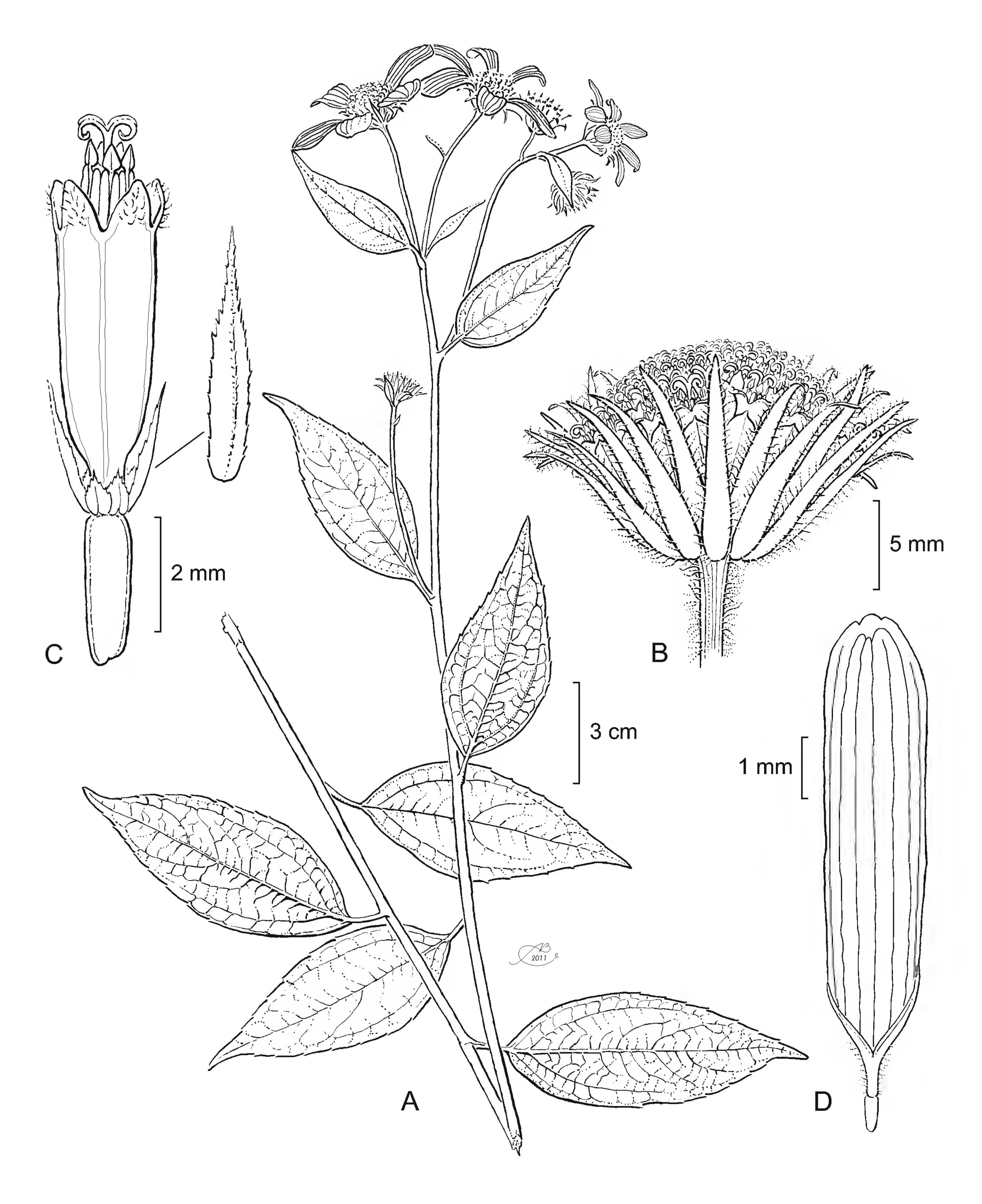


Fig. 1. *Viguiera paneroana* Rzed. & Calderón. A. rama con hojas y cabezuelas; B. cabezuela desprovista de lígulas; C. flor del disco; D. flor ligulada. Ilustrado por Alfonso Barbosa.

go, negruzcas, ramas del estilo lineares, ensanchadas y finalmente agudas en el ápice; aquenios oblongos, comprimidos, de ca. 3.5 mm de largo, cafés-oscuros o negruzcos, hispídulos hacia el ápice, vilano de 2 aristas de ca. 2 mm de largo, ensanchadas en la base y muy pronto caedizas, así como de ca. 10 escamitas de 1 mm o menos de largo.

Holotipo: México, Querétaro, entre El Llano Chiquito y La Lagunita de San Diego, municipio de Landa, bosque de *Cupressus, Pinus, Abies* sobre laderas calizas, alt. 2250 m, 14.X.1999, *S. Zamudio y E. Carranza 11215* (IEB), isotipos por distribuirse.

La especie sólo se conoce de esta colecta, donde se registra como abundante. Aparentemente representa un estrecho endemismo de un corto segmento de la Sierra Madre Oriental.

El nombre del taxon nuevo se dedica al Dr. José L. Panero, ameritado botánico consagrado al estudio de la familia Compositae y con particular interés en el conocimiento de *Viguiera* y grupos relacionados.

El Dr. Panero tuvo la amabilidad de examinar con detalle un ejemplar de la planta que se describe y confirmar su condición de especie aún sin dar a conocer. No se limitó a lo anterior, sino en una fracción del material de estudio analizó las secuencias de ADN y envió los resultados a su estrecho colaborador el Dr. Edward E. Schilling, quien los sometió a programas de filogenia. Como resultado llegó a la conclusión de que la especie nueva se encuentra en la base (aunque sin pertenecer propiamente allí) de *Dendroviguiera*, grupo que Panero y Schilling (1988) habían revisado esencialmente con anterioridad como *Viguiera* sección *Maculatae.*

De acuerdo con la reciente comunicación del Dr. Panero, *Dendroviguiera* es uno de los géneros que los mencionados autores están proponiendo en el proceso del desmembramiento del conjunto polifilético que tradicionalmente se ha considerado como parte de *Viguiera*.

De hecho, *V. paneroana* se asemeja a varios miembros de la sección *Maculatae* en la forma y en la estructura del involucro, de las páleas, de las hojas, del vilano y de la corola, pero a diferencia de ellos es una planta herbácea.

LITERATURA CITADA

Panero, J. L. & E. E. Schilling. 1988. Revision of *Viguiera* sect. *Maculatae* (Asteraceae: Heliantheae). Syst. Bot. 13(3): 371-406.

Recibido en junio de 2011.

Aceptado en julio de 2011.

Acta Botanica Mexicana 97: 9-16 (2011)

2-PHENYLETHANOL IN THE LEAVES OF *BURSERA VELUTINA* BULLOCK (BURSERACEAE)

Koji Noge[1,4,5], D. Lawrence Venable[2] & Judith X. Becerra[3]

[1]University of Arizona, Department of Entomology, Tucson, AZ 85721, USA.
[2]University of Arizona, Department of Ecology and Evolutionary Biology, Tucson, AZ 85721, USA.
[3]University of Arizona, Department of Biosphere 2, Tucson, AZ 85721, USA.
[4]Present address: Akita Prefectural University, Department of Biological Production, Akita 010-0195, Japan.
[5]Corresponding author: noge@akita-pu.ac.jp

ABSTRACT

The volatile composition of the leaves of *Bursera velutina* Bullock (Burseraceae) was determined by a gas chromatograph-mass spectrometer (GC–MS). The major component found was 2-phenylethanol (29.5%). This is the first report of 2-phenylethanol in the leaves of a species of the genus *Bursera*. In addition, *B. velutina* also produces monoterpenes, sesquiterpenes, diterpenes and alkanes, making it a species with one of the most complex chemical compositions in the genus. This diverse and unique blend of compounds may play an important role in plant defense against its herbivores.

Key words: Burseraceae, *Bursera velutina*, 2-phenylethanol, Mexico, terpenes.

RESUMEN

Se identificaron los compuestos químicos volátiles presentes en las hojas de *Bursera velutina* usando cromatografía de gases y espectrometría de masas. El compuesto de mayor abundancia fue 2-feniletanol (29.5%). Esta es la primera vez que se reporta la presencia de esta substancia en las hojas de plantas del género *Bursera*. Además de este compuesto aromático, *B. velutina* produce monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos y alcanos, lo que la convierte en una de las especies de mayor complejidad química en el género. Esta combinación diversa y distinta de compuestos podría jugar un papel importante en la defensa contra sus herbívoros.

Palabras clave: Burseraceae, *Bursera velutina*, 2-feniletanol, México, terpenos.

INTRODUCTION

The genus *Bursera* Jacq. ex L. (Burseraceae) includes about 100 species of trees and shrubs native to tropical regions of New World, from the southwestern United States to Peru. *Bursera*'s close Old World relatives are the source of frankincense (*Boswellia*) and myrrh (*Commiphora*). The genus is highly diverse in the tropical dry forests of Mexico where, with about 85 species, it is one of the predominant woody taxa (Rzedowski & Kruse, 1979; Becerra & Venable, 1999; Becerra, 2003). *Bursera velutina* is a narrow endemic that inhabits the warmest areas at low altitudes on the west side of the Balsas River Basin in Southern Mexico. No previous phytochemical characterization has been reported for the leaves of this species.

Bursera produces an array of terpenes, mostly mono- and sesquiterpenes, and alkanes (Evans et al., 2000; Becerra et al., 2001; Evans & Becerra, 2006; Noge & Becerra, 2009; Noge et al., 2010). These compounds are toxic or repellent to herbivorous insects, and in *Bursera* they decrease the survival and growth of their specialized herbivores, the chrysomelid genus *Blepharida* (Becerra, 1994; Becerra et al., 2001). The impact of *Blepharida* on *Bursera* often depends on the defensive status of the plants, and individuals with relatively low concentration of terpenes can be completely defoliated by these beetles (Becerra, 1993).

Blepharida beetles show a preference for colonizing chemically similar plants that are not necessarily phylogenetically close (Becerra, 1997). This preference for chemically similar plants might impose selective pressures on plants promoting divergent chemical components (Becerra, 2007). In this study, we investigated the volatile chemical composition of the leaves of *B. velutina*.

MATERIALS AND METHODS

Plant materials

Samples of leaves of *B. velutina* were collected from mature individuals in natural populations growing in the vicinity of Altamirano, Guerrero between 100–102° W and 17–18° N. Voucher specimens are deposited at the University of Arizona Herbarium (ARIZ) under the number Becerra and Venable 377.

Sample preparation and chemical analysis

Fresh leaves (28-76 mg) of mature individuals were collected and immediately extracted in 2 ml of dichloromethane at 4 °C for more than 24 h. The extracts

were then collected into a new glass vial and kept at 4 °C until chemical analysis. The dichloromethane extract of *B. velutina* was mixed with the same amount of dichloromethane containing 10 ng/μl 1-dodecene as an internal standard. Then, 1 μl of the mixture was subjected to GC and GC–MS analyses. The volatile components were identified and the yield of essential oil per weight of leaf tissue was determined. The analyses were replicated 15 times using leaf extracts from different leaves from 8 individuals.

GC–MS analysis was carried out by an Agilent 6890N gas chromatograph linked to an Agilent 5975B mass spectrometer operated at 70 eV using a HP-5MS capillary column (Agilent Technologies, 30 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness) with helium carrier gas at 1.2 ml/min in splitless mode. The oven temperature was held at 40 °C for 4 min and programmed to increase at 8 °C/min from 40 °C to 240 °C and finally held at 240 °C for 5 min. The injector temperature was maintained at 200 °C and the detector temperature at 280 °C. All compounds except for sabinene were identified by comparing their GC retention times and mass spectra with those of authentic standards. Sabinene was tentatively identified by comparison of the mass spectrum with that of libraries (Wiley7 and NIST05).

GC analysis was performed on an Hewlett-Packard 5890 gas chromatograph with a flame ionization detector, using a DB-5 capillary column (J & W Scientific, 15 m × 0.32 mm i.d., 0.25 μm in film thickness) under the same conditions as those used for GC–MS analysis.

The dichloromethane extract of *B. velutina* was concentrated by evaporating the solvent, and then the yield of the oil of *B. velutina* was calculated.

RESULTS AND DISCUSSION

The yield of oil extracted by dichloromethane from fresh leaves was 4.5 ± 0.6% (w/w). The leaf of *B. velutina* is a rich source of volatile oil similar to the one of *Bursera chemapodicta* (5.3%, Evans & Becerra, 2006) and the confamilial species, *Boswellia sacra* (5.5%, Al-Harrasi & Al-Saidi, 2008). Chemical analysis indicated that 2-phenylethanol (29.5%), α-phellandrene (28.8%) and β-phellandrene (11.0%) were the most abundant compounds in the leaves of *B. velutina* (Table 1). Other terpenes and heptane and its derivatives that are already reported from other *Bursera* species were also found (Evans et al., 2000; Becerra et al., 2001; Evans & Becerra, 2006). This is the first identification of an aromatic compound present in relative large amount in the leaves of a member of the genus *Bursera* (4.8–6.5 mg/g leaf).

Table 1. Volatile composition in the leaf of *Bursera velutina* (N = 15).

Compound	Retention time (min)[a]	Composition (Average ± SE, %)[b]
Heptane	4.00	0.5 ± 0.3
2-Heptanone	6.50	0.3 ± 0.3
2-Heptanol	9.10	0.2 ± 0.1
α-Pinene	10.26	0.9 ± 1.3
Sabinene	11.30	2.6 ± 0.3
α-Phellandrene	12.06	**28.8 ± 3.9**
p-Cymene	12.54	4.2 ± 0.7
β-Phellandrene	12.71	**11.0 ± 1.1**
2-Phenylethanol	14.58	**29.5 ± 4.4**
β-Caryophyllene	20.07	1.8 ± 0.8
Germacrene D	21.82	trace
Phytol	30.59	5.3 ± 1.1

[a]Retention times are based on GC analysis with DB-5MS capillary column.
[b]Percentages are based on GC-FID peak area. Total percentage <100% are due to the presence of minor unidentified compounds. Percentages higher than 10% are bolded trace, <0.1%.

Some aromatic compounds such as guaiacol (0.3%), *p*-cresol (0.2%), vanillin (0.2%) and 2-methoxy-5-methylphenol (0.1%) were detected in the roast aroma extract of *B. graveolens* as minor components (Yukawa et al., 2006).

Two monoterpenes (limonene, 15.7%; α-terpineol, 10.7%) and two sesquiterpenes (spathulenol, 12.5%; β-eudesmol, 12.9%) have been identified as major components of the bark extract of *B. velutina* together with 17 other components (Zúñiga et al., 2005). We detected none of these compounds in the leaves of *B. velutina*. Evans and Becerra (2006) showed that the chemical composition of *B. chemapodicta* was different between leaves and twigs. Thus, tissue-specific localization or production of resin components may not be unusual in the genus *Bursera*.

The chemical components found in the *Bursera* leaves can be classified into three groups based on their biosynthetic pathways (Table 2). Terpenes are further divided into three subgroups based on the number of isoprene units and their origin (Davis & Croteau, 2000). 2-phenylethanol is synthesized from phenylalanine in plants (Watanabe et al., 2002; Tieman et al., 2006), and this pathway is fundamentally different from that of terpenes and short-chain aliphatic alkanes. Leaf components

Table 2. Comparison of the volatile leaf compositions of ten *Bursera* species.

	Composition (%)				
	Aromatic compounds	Terpenes			Short-chain aliphatic alkanes and their derivatives
		Monoterpenes	Sesquiterpenes	Diterpenes (Phytol)	
B. velutina	29.5	47.5	1.8	5.3	1.0
B. schlechtendalii[ab]	0.7	50.7	7.5	1.7	43.5
B. fagaroides purpussi[b]	trace	79.0	20.2	trace	trace
B. linanoe[c]	–	57.6	41.1	–	–
B. ruticola[b]	–	43.9	55.3	–	–
B. biflora[ab]	trace	34.5	31.5	6.3	3.5
B. mirandae[b]	trace	24.6	59.3	–	9.9
B. excelsa[b]	trace	12.4	87.5	–	trace
B. copallifera[b]	–	1.2	94.6	–	trace
B. chemapodicta[bd]	0.6	–	3.9	0.6	93.2

Not detected: –
References: [a]Evans et al., 2000; [b]Noge & Becerra, 2009; [c]Noge et al., 2010, [d]Evans & Becerra, 2006.

of most *Bursera* species generally include only two or three groups, such as monoterpenes, sesquiterpenes and/or alkanes. *Bursera velutina*, however, produces more complex blend of compounds that include at least five different basic pathways.

2-phenylethanol is known to be a floral fragrance in some plants, having a rose-like odor (Knudsen et al., 1993) and attracting various kinds of insects to flowers, such as the cabbage looper moth, *Trichoplusia ni* (Haynes et al., 1991), the cabbage butterfly, *Pieris rapae* (Honda et al., 1998), the long-legged chafter, *Hoplia communis* (Imai et al., 1998) and the lacewing, *Chrysopa carnea* (Zhu et al., 2005). These flower-visiting insects could act as pollinators. This compound has also been known to inhibit the growth of fungi (Lester, 1965; Terenzi & Storck, 1969) and bacteria by breaking down cell membranes and inhibiting DNA synthesis (Berrah & Konetzka, 1962; Slepecky, 1963; Silver & Wendt, 1967). In terms of anti-herbivore defense, 2-phenylethanol has been identified as a feeding deterrent against pine weevil, *Hylobius abietis*, from the non-host plants, *Ilex aquifolium* and *Populus tremula* (Eriksson et al., 2008). Thus, this is a multifunctional compound that can play an array of important roles in plants.

Besides having a relatively complex chemical composition, producing a high concentration of 2-phenylethanol makes *B. velutina* chemically unique, different from other *Bursera* species. We have analyzed the chemical compositions of 65 of the ~100 species in the genus and only a handful of them produce aromatic compounds and only in trace amounts (Becerra, 2007). Furthermore, all of the other *Bursera* species that inhabit the distribution area of *B. velutina*, such as *B. trimera*, *B. kerberii*, *B. trifoliolata*, *B. coyucensis* and others have very dissimilar chemical compositions to that of *B. velutina* (Becerra, 2007). Thus, *B. velutina* is more unlikely to be attacked by their herbivores. For example, neither *Blepharida lineata* that attacks *B. trimera*, *Blepharida pallida* that attacks *B. coyucensis*, nor *Blepharida sparsa* that feeds on *B. kerberii* will accept *B. velutina* as food (personal observation by J.X.B.). *Blepharida flavocostata* feeds on *B. velutina* in the field, but not on the above four sympatric *Bursera* species (Becerra, 2004). *Blepharida* beetles prefer chemically similar *Bursera* species as has been shown for the host recognition of *Pieris napi macdunnoughii* (Lepidoptera: Pieridae). Both larvae and adults of that crucifer specialist accept two naturalized weeds whose leaf glucosinolate profiles are chemically similar to those of preferred native food plants even the weeds are unfavorable for larval development to pupation (Rodman & Chew, 1980). Thus, producing high amounts of 2-phenylethanol may constitute a strong divergence from the sympatric *Bursera*, making *B. velutina* chemically distinct and thereby helping avoid herbivory by unadapted *Blepharida* beetles. Developing unique blends of compounds has also been observed in other burseras. For example, in *B. chemapodicta* the typical terpene resin composition has been completely replaced with heptane and other hydrocarbon derivatives, which has allowed this species to deter herbivory from *Blepharida schlechtendalli*, the specialist of the sympatric sister species *B. schlechtendalli* (Evans & Becerra, 2006).

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Leif Abrell and Brenda Jackson (University of Arizona) for the generous gift of chemicals; Phil H. Evans (University of Arizona) for help with chemical analyses. This work was supported by National Science Foundation CAREER grant, a Young Investigator award from the Beckman Foundation, and a grant from the Vice President for Research and the Colleges of Science and Agriculture of the University of Arizona to J.X.B.

LITERATURE CITED

Al-Harrasi, A. & S. Al-Saidi. 2008. Phytochemical analysis of the essential oil from botanically certified oleogum resin of *Boswellia sacra* (Omani Luban). Molecules 13: 2181-2189.

Becerra, J. X. 1993. Adaptations to ecological interactions. PhD thesis. University of Arizona. Tucson. pp. 1-125.

Becerra, J. X. 1994. Squirt-gun defense in *Bursera* and the Chrysomelid counterploy. Ecology 75: 1991-1996.

Becerra, J. X. 1997. Insects on plants: macroevolutionary chemical trends in host use. Science 276: 253-256.

Becerra, J. X. 2003. Evolution of Mexican *Bursera* (Burseraceae) inferred from ITS, ETS, and 5S nuclear ribosomal DNA sequences. Mol. Phylogenet. Evol. 26: 300-309.

Becerra, J. X. 2004. Molecular systematic of *Blepharida* beetles (Chrysomelidae: Alticinae) and relatives. Mol. Phylogenet. Evol. 30: 107-117.

Becerra, J. X. 2007. The impact of herbivore-plant coevolution on plant community structure. Proc. Natl. Acad. Sci. 104: 7483-7488.

Becerra, J. X. & D. L. Venable. 1999. Nuclear ribosomal DNA phylogeny and its implications for evolutionary trends in Mexican *Bursera* (Burseraceae). Am. J. Bot. 86: 1047-1057.

Becerra, J. X., D. L. Venable, P. H. Evans & W. S. Bowers. 2001. Interactions between chemical and mechanical defenses in the plant genus *Bursera* and their implications for herbivores. Amer. Zool. 41: 865-876.

Berrah, G. & W. A. Konetzka. 1962. Selective and reversible inhibition of the synthesis of bacterial deoxyribonucleic acid by phenethyl alcohol. J. Bacteriol. 83: 738-744.

Davis, E. M. & R. Croteau. 2000. Cyclization enzymes in the biosynthesis of monoterpenes, sesquiterpenes, and diterpenes. Top. Curr. Chem. 209: 53-95.

Eriksson, C., P. E. Månsson, K. Sjödin & F. Schlyter. 2008. Antifeedants and feeding stimulants in bark extracts of ten woody non-host species of the pine weevil, *Hylobius abietis*. J. Chem. Ecol. 34: 1290-1297.

Evans, P. H. & J. X. Becerra. 2006. Non-terpenoid essential oils from *Bursera chemapodicta*. Flavour Fragr. J. 21: 616-618.

Evans, P. H., J. X. Becerra, D. L. Venable & W. S. Bowers. 2000. Chemical analysis of squirt-gun defense in *Bursera* and counterdefense by Chrysomelid beetles. J. Chem. Ecol. 26: 745-754.

Haynes, K. F., J. Z. Zhao & A. Latif. 1991. Identification of floral compounds from *Abelia grandiflora* that stimulate upwind flight in cabbage looper moths. J. Chem. Ecol. 17: 637-646.

Honda, K., H. Ômura & N. Hayashi. 1998. Identification of floral volatiles from *Ligustrum japonicum* that stimulate flower-visiting by cabbage butterfly, *Pieris rapae*. J. Chem. Ecol. 24: 2167-2180.

Imai, T., M. Maekawa, S. Tsuchiya & T. Fujimori. 1998. Field attraction of *Hoplia communis* to 2-phenylehtanol, a major volatile component from host flowers, *Rosa* spp. J. Chem. Ecol. 24: 1491-1497.

Knudsen, J. T., L. Tollsten & L. G. Bergström. 1993. Floral scents - a checklist of volatile compounds isolated by head-space techniques. Phytochemistry 33: 253-280.

Lester, G. 1965. Inhibition of growth, synthesis, and permeability in *Neurospora crassa* by phenethyl alcohol. J. Bacteriol. 90: 29-37.

Noge, K. & J. X. Becerra. 2009. Germacrene D, a common sesquiterpene in the genus *Bursera* (Burseraceae). Molecules 14: 5289-5297.

Noge, K., N. Shimizu & J. X. Becerra. 2010. (*R*)-(–)-Linalyl acetate and (*S*)-(–)-germacrene D from the leaves of Mexican *Bursera linanoe*. Nat. Prod. Commun. 5: 351-354.

Rodman, J. E. & F. S. Chew. 1980. Phytochemical correlates of herbivory in a community of native and naturalized Cruciferae. Biochem. Syst. Ecol. 8: 43-50.

Rzedowski, J. & H. Kruse. 1979. Algunas tendencias evolutivas en *Bursera* (Burseraceae). Taxon 28: 103-116.

Silver, S. & L. Wendt. 1967. Mechanism of action of phenethyl alcohol: breakdown of the cellular permeability barrier. J. Bacteriol. 93: 560-566.

Slepecky, R. A. 1963. Inhibition of sporulation and germination of *Bacillus magaterium* by phenethyl alcohol. Biochem. Biophys. Res. Commun. 12: 369-373.

Terenzi, H. F. & R. Storck. 1969. Stimulation of fermentation and yeast-like morphogenesis in *Mucor rouxii* by phenethyl alcohol. J. Bacteriol. 97: 1248-1261.

Tieman, D., M. Taylor, N. Schauer, A. R. Fernie, A. D. Hanson & H. J. Klee. 2006. Tomato aromatic amino acid decarboxylases participate in synthesis of the flavor volatiles 2-phenylethanol and 2-phenylacetaldehyde. Proc. Natl. Acad. Sci. 103: 8287-8292.

Watanabe, S., K. Hayashi, K. Yagi, T. Asai, H. MacTavish, J. Picone, C. Turnbull & N. Watanabe. 2002. Biogenesis of 2-phenylethanol in rose flowers: Incorporation of [$^2H_8$]L-phenylalanine into 2-phenylethanol and its β-D-glucopyranoside during the flower opening of *Rosa* 'Hoh-Jun' and *Rosa damascena* Mill. Biosci. Biotechnol. Biochem. 66: 943-947.

Yukawa, C., Y. Imayoshi, H. Iwabuchi, S. Komemushi & A. Sawabe. 2006. Chemical composition of three extracts of *Bursera graveolens*. Flavour Fragr. J. 21: 234-238.

Zhu, J., J. J. Obrycki, S. A. Ochieng, T. C. Baker, J. A. Pickett & D. Smiley. 2005. Attraction of two lacewing species to volatiles produced by host plants and aphid prey. Naturwissenschaften 92: 277-281.

Zúñiga, B., P. Guevara-Fefer, J. Herrera, J. L. Contreras, L. Velasco, F. J. Pérez & B. Esquivel. 2005. Chemical composition and anti-inflammatory activity of the volatile fractions from the bark of eight Mexican *Bursera* species. Planta Med. 71: 825-828.

Recibido en octubre de 2010.

Aceptado en junio de 2011.

Acta Botanica Mexicana 97: 17-29 (2011)

LOPHIARIS TAPIAE, A NEW SPECIES IN THE *LOPHIARIS OERSTEDII* COMPLEX (ORCHIDACEAE) FROM THE YUCATAN PENINSULA, MEXICO

Ricardo Balam[1,3] Germán Carnevali[1], William Cetzal-Ix[2] & Rodrigo Duno[1]

[1] Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C., Herbario CICY, Calle 43 núm. 130, Colonia Chuburná de Hidalgo, 97200 Mérida, Yucatán, México.
[2] El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, Avenida del Centenario, km 5.5, 77000 Chetumal, Quintana Roo, México.
[3]Corresponding author: rbn696@hotmail.com

ABSTRACT

Lophiaris tapiae Balam & Carnevali (Orchidaceae: Oncidiinae) is described and illustrated. The new species is known only from the Escarcega area, and the Candelaria and Palizada rivers margins in the state of Campeche, Mexico. It is compared with species of the *Lophiaris oerstedii* complex, particularly with *L. andrewsiae*, to which it is closely related. A distribution map for the species and an identification key for all taxa of the *L. oerstedii* complex are included. We propose an “in danger of extinction” (P) conservation status for *L. tapiae* when assessed against the Method for Evaluation of Risk of Extinction for Mexican Wild Species (MER) criteria.

Key words: Campeche, endemic species, *Lophiaris,* Mexico, Oncidiinae, Orchidaceae.

RESUMEN

Se describe e ilustra a *Lophiaris tapiae* Balam & Carnevali (Orchidaceae: Oncidiinae). La nueva especie se conoce solamente del área de Escárcega y de los márgenes de los ríos Candelaria y Palizada en el estado de Campeche, México. Se compara con los representantes del complejo *Lophiaris oerstedii*, particularmente con *L. andrewsiae*, con la que se encuentra cercanamente relacionada. Se incluye un mapa de distribución de las especies y una clave de identificación para todos los taxa del complejo *L. oerstedii*. De acuerdo con los criterios del

Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER) se propone el estado de conservación en "peligro de extinción (P)" para *L. tapiae*.

Palabras clave: Campeche, especie endémica, *Lophiaris*, México, Oncidiinae, Orchidaceae.

INTRODUCTION

The *Lophiaris carthagenensis* complex, as recognized by Balam (2007), includes four species: *L. andrewsiae* R. Jiménez & Carnevali, *L. oerstedii* (Rchb. f.) R. Jiménez, Carnevali & Dressler, *L. teaboana* R. Jiménez, Carnevali & Tapia-Muñoz, and *L. carthagenensis* (Jacq.) Braem (Fig. 1A-D). Only the last one occurs in South America while the first three are restricted to Mexico and Central America. However, phylogenetic analyses performed with the use of nucleotide sequences of both nuclear (*ITS*) and plastid (*psbA-trnH*, *matK-trnK*, *trnL-F*, *trnL-rpl32*) DNA (Balam in prep., data unpublished) have shown that *L. carthagenensis*, albeit morphologically similar to its Central American counterparts, is related to a cluster of South American taxa (*L. lanceana* (Lindl.) Braem and *L. nana* (Lindl.) Braem), and not to its Central American "look-alikes". Thus, in the forthcoming discussion, we will refer to Central American taxa similar to *L. carthagenensis* as the *L. oerstedii* complex, since this is the oldest name available in this group of taxa (Fig. 1B-D). The *L. oerstedii* complex is characterized by flowers that are mainly pink, rose, or pale lilac to purple, variously red-purple spotted or, more rarely, immaculate. The flowers are medium sized (16-28 mm diameter) when compared to other members of the genus. Also, the proportions of the labellum in taxa of the complex are distinctive, since the central lobe width and the length across the spread lateral lobes are of about the same dimensions (Fig. 1G4, G5). Simultaneously, the isthmus associated to these floral segments is generally narrow, about 1/3-1/5 of the central lobe width. The calli are variously shaped but usually feature five teeth. Typically, the callus in the taxa of this complex consists of a structure with two proximal teeth (these smooth or with smaller teeth at each side), two distal teeth, and a longitudinal keel joining the two series of teeth, ending itself in a large, protuberant tooth between the two distal ones, resulting in a more or less 3-toothed apical structure (Fig. 1G1-G3). *Lophiaris carthagenensis*, albeit similar to the members of the *L. oerstedii* complex, can be morphologically diagnosed by a massive, "brain-like", more complex callus (see Fig. 1A, key and Table 1).

Table 1. Morphological comparison of similar species to *L. tapiae*.

	L. andrewsiae	*L. carthagenensis*	*L. oerstedii*	*L. tapiae*	*L. teaboana*
Flower diameter (mm)	22-23	18-22	16-21	25-28	23-28
Dorsal sepal (mm)	5.5-9 x 5-7	5-9 x 5.5-8.5	7-9 x 6-7	7.5-8 x 7-8.5	8-11 x 7-10
Petal blade (not including the claw) (mm)	7-8 x 4-6	6 -8 x 5-6	5-7 x 4-5	9-11 x 6-7	8-11 x 6-7
Sepals and petals (color)	white with pale pink or lilac spots, often confluent, rarely concolor	white or greenish with red-brown, wine-colored or magenta spots	white with pale pink spots	yellowish with honey-brown or dark red-chocolate blotches	white with pale pink spots
Apex of the proximal teeth of callus	3 small teeth	10 or more small teeth	single, conical	3 small teeth	3-5 teeth
Central keel of callus	only on distal unit	on both proximal and distal units	only on distal unit	only on distal unit	only on distal unit
Labellum isthmus	narrow	broad	narrow	broad	broad
Lateral lobes (color)	yellow	white or greenish with red-purple tinges	white with brown or orange tinges	yellowish with honey-brown or dark red-chocolate tinges	yellow with brown spots
Central lobe apex of labellum	deeply emarginate	shallowly emarginate	shallowly emarginate	shallowly emarginate	deeply emarginate
Central lobe of labellum (color)	white with pink tinges	white or greenish with red-purple tinges	white with pink tinges	yellowish with honey-brown or dark red-chocolate tinges	white with pale pink tinges
Central lobe of labellum (mm)	2.5-4 x 6-7.5	3.5-5 x 6.5-8	2.5-4 x 6-8	4.5-5 x 9.5-10	4-6 x 8.5-13
Distal lobe of column wings	longer than wide	as long as wide	twice as broad as long	longer than wide	longer than wide
Apex of the wings (thickness, texture)	fleshy	membranous	membranous	fleshy	fleshy

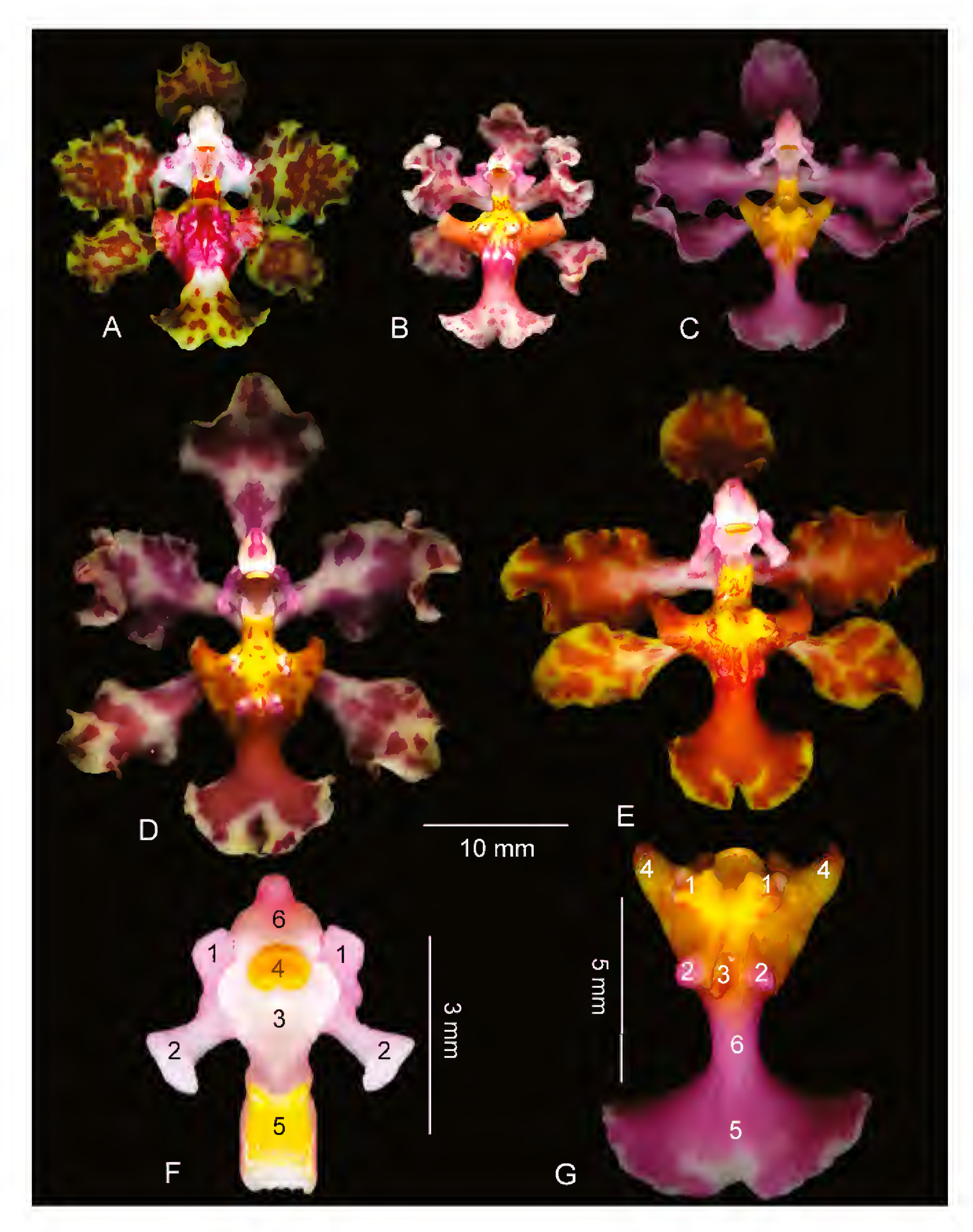


Fig. 1. A-E. Morphological comparison of *Lophiaris carthagenensis* and the *L. oerstedii* complex. A. *L. carthagenensis*; B. *L. oerstedii*; C. *L. andrewsiae*; D. *L teaboana*; E. *L. tapiae*; F. Column of *L. andrewsiae*: F1. proximal lobe of column wings, F2. distal lobe of column wings, F3. stigmatic cavity, F4. pollinarium, F5. tabula infrastigmatic, F6. anther cap; G. Labellum of *L. andrewsiae*: G1. proximal teeth of callus, G2. distal teeth of callus, G3. central keel of callus, G4. lateral lobes of labellum, G5. central lobe of labellum, G6. labellum isthmus. A. Based on *G. Carnevali 7218* (CICY). B. Based on *R. Balam s.n.* C, F-G. Based on *Cetzal s.n.* (CICY). D. Based on *L. Ibarra s.n.* (CICY). E. Based on *R. Balam et al. 114* (CICY). Scale: A-E. 10 mm. F. 3 mm. G. 5 mm. Assembled by W. Cetzal and R. Balam.

Mexico harbors the highest diversity of *Lophiaris* Raf. species, 15 of the 23 species so far described. Of these, *L. andreana* (Cogn.) R. Jiménez & Carnevali, *L. andrewsiae*, *L. cosymbephora* (C. Morren) R. Jiménez & Carnevali, *L. lindenii* (Brongn.) Braem, *L. lurida* (Lindl.) Braem, *L. oerstedii*, *L. teaboana*, and the new species here proposed, are restricted to the tropical lowlands (below 1000 m) of the southern states of Mexico (Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatan, and Quintana Roo). Of these seven species, three are members of the *Lophiaris oerstedii* complex. The first one, *Lophiaris andrewsiae* is restricted to the north of the Yucatan Peninsula in Mexico, growing in dry seasonal forest, where the tropical dry forest interfaces with the tropical subdeciduous forests with precipitations under 1400 mm. Secondly, *Lophiaris oerstedii* grows in northern Chiapas, SE Oaxaca, Tabasco (on the Gulf Coastal Plain), extending into the southern portions of the Yucatan Peninsula in Mexico, southwards into NW Costa Rica, always in medium-statured subperennifolious forest and tropical rainforests. Thirdly, *Lophiaris teaboana* is known from a narrow belt of tropical rainforest extending from NW Chiapas into SE Quintana Roo in Mexico. However, during the course of field work aimed at understanding the distributional patterns and variation of the *Lophiaris oerstedii* complex, we collected samples of plants morphologically similar to *L. andrewsiae* but differing in ecological preferences, flower color and size, and column wing shape. This we herein propose as a new species, thus becoming the fourth known member of the complex.

Lophiaris tapiae Balam & Carnevali, sp. nov. (Figs. 1E, 2).

Species haec *Lophiaris andrewsiae* affinis, sed floribus majoribus (diametro 25-28 mm vs. 19-22 mm), labello longiore (11-12 mm vs. 7-9 mm), sepalis petalisque flavi-olivaceis, brunneo maculatis (vs. albis vel roseis, purpureo vel roseo maculatis), lobis lateralibus brunneo infusis (vs. flavis), isthmo latiore, apice lobi centralis pauce emarginato (vs. profunde emarginato) recedit.

Epiphytic herb, 29 to 32 cm tall not including the inflorescences; pseudobulbs clustered, subcylindrical, compressed, 5.5 to 20.5 mm long, 4.5 to 15 mm wide, green, clothed by 4 triangular to narrowly triangular sheaths, acute to acuminate, scarious-papyraceous, lacking a foliar blade, deciduous; leaf solitary, at the apex of the mature pseudobulb, conduplicate, oblong to oblong-elliptic, acute, fleshy, 6 to 29 cm long, ca. 24 to 36 mm wide near the base, 40-44 mm in the middle, 40-41 mm near the apex; inflorescence originating from the base of the pseudobulb, one per

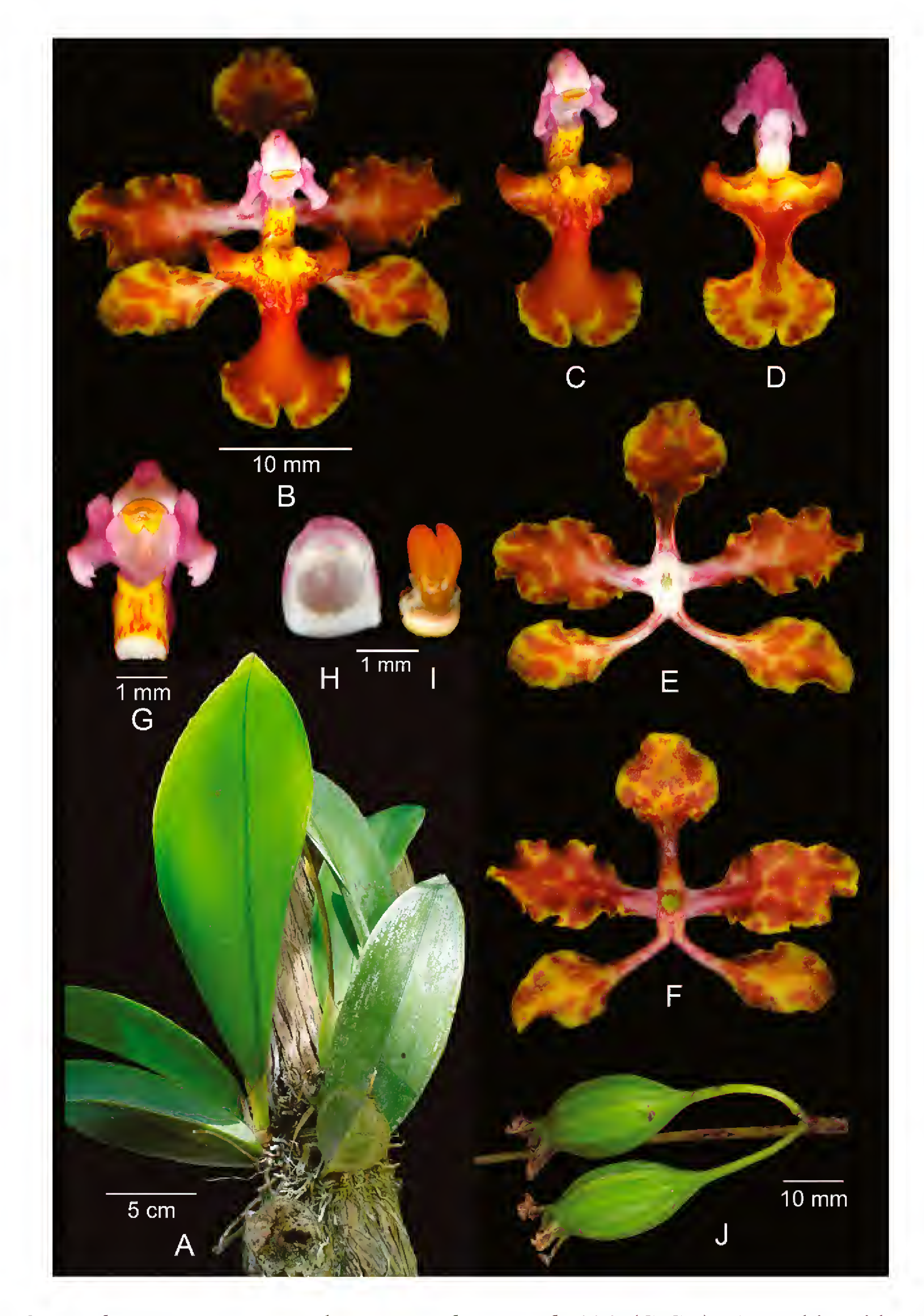


Fig. 2. *Lophiaris tapiae*. Based on *R. Balam et al.* 114 (CICY). A. Habit with partial inflorescence; B. Whole flower, front view; C-D. Labellum with column, front and back views; E-F. Sepals and petals, front and back views; G. Column, front view; H. Anther cap, front view; I. Pollinarium; J. Fruit. Scale: A. 5 cm. B-F, J. 10 mm. G-I. 1 mm. Assembled by W. Cetzal and R. Balam.

pseudobulb, paniculate, ca. 16-51 cm long, with 8-15 flowers opening more or less simultaneously; floral bracts cucullate, triangular, semi-amplexicaul, 5 mm long, 2-2.5 mm wide; ovary pedicellate, sulcate, 7-8 mm long, 1.5-2.5 wide, pedicel 28-30 mm long; flowers resupinate, 25-28 mm diameter, overall base color of tepals and labellum yellowish with intense honey-brown continuous blotches or with confluent dark red-chocolate spots resulting in a totally red-brown flower, perianth segments of the right side of the flower spreading at 90° to the main axis of the flower, thus parallel or subparallel to each other; dorsal sepal concave, orbicular, margins undulate, 7.5-8 mm long, 7-8.5 mm wide, clawed, claw 4-4.5 mm long, 2 mm wide; lateral sepals ovate, rounded, margins undulate, 7-8 mm long, 5 mm wide, clawed, claw 4 mm long, 2 mm wide; petals obovate, margins revolute and undulate, 9-11 mm long, 6-7 mm wide, shortly clawed, claw 4-5 mm long, 3-4 mm wide; labellum 11-12 mm long, 3-lobed, pandurate, forming an 135º angle to the column; lateral lobes subtriangular to oblong, margins rounded, 7-8 mm long across when spread; central lobe transversely reniform and shallowly emarginated at the apex, 4.5-5 mm long, 9.5-10 mm wide; isthmus broad, 4 mm long, 3 mm wide; callus made up of 5 truncate independent teeth, proximally with two teeth that are high, thick, and erect, their apex composed of 3 small teeth; distally made up of two smaller teeth, with the apex of each one of them composed of 2-3 small teeth; the central teeth or keel emerges between the two distal teeth, thus, the distal section of the callus is 3-toothed; column thick, proportionally high, 4 mm long, white and pink, the tabula infrastigmatic prominent, sub-quadrate, yellow or orange-yellow with reddish spots, column wings dolabriform, broad, thin in texture, the apex of the distal lobe descendent and fleshy, 2.5 to 3 mm long, white and pink; anther cap subquadrate, with a truncate base and round apex, 2.5 mm long, 3 mm wide, with a central keel, papillose, white or pale pink, cavity bilocular, with a revolute rim; pollinarium composed of two obovate-elliptic pollinia, 2.5 mm long, sulcate, the stipe short, laminar, translucent and white, the viscidium horse shoe-shaped, brownish, the clinandrium triangular, white; stigmatic cavity triangular, white; capsules ellipsoid, 25-27 mm long, 12-14 mm wide.

Type: México, Campeche, municipio Candelaria, en la periferia del poblado de Candelaria, específicamente a 25 m NE del puente, creciendo sobre árboles a orillas del río Candelaria, remanentes de selva mediana subperennifolia, 18°11'15.20" N, 91°2'55.57" W, 35 m, floreciendo en cultivo en Mérida, Yucatán, México el 9 de noviembre de 2009 de una planta colectada el 21 de julio de 2009, *R. Balam, W. Cetzal & G. Cáceres 114* (holotype, CICY; isotypes, AMES, MEXU).

The description was prepared from fresh material obtained from plants collected at the type locality, as well as from herbarium specimens and pickled material prepared from the additional specimens here cited. Photographs and scanned imagery of the species also contributed to this description.

Eponomy. Dedicated to José Luis Tapia-Muñoz, of Herbarium CICY, who has made important contributions to the knowledge of the Yucatan Peninsula flora and who, along with one of the authors of this paper, was the first to collect this species.

Paratypes. México, Campeche, municipio Candelaria, río Candelaria, lugar llamado "Dos Arroyos", ca. 30 km al SE de la población de Candelaria, 18º10'76" N, 90º54'53" W, dos brazos colaterales de río con poca corriente; selva riparia con elementos de "tintal" y "pucteal" con relativa baja diversidad en el sotobosque y dosel y mediana diversidad de epífitas, con árboles de 5-15 m; floreciendo en cultivo en Mérida, Yucatán, México el 17 de Octubre de 2000 de una planta colectada el 17 Mayo del 2000, *G. Carnevali, J. L. Tapia, F. May-Pat, L. Carrillo, D. Mondragón, P. Álvarez & L. Martínez 6244* (AMES, AMO, CICY); same locality, floreciendo en cultivo en Mérida en el Jardín Botánico Regional del CICY el 13 de Noviembre de 2000, *G. Carnevali, J. L. Tapia, F. May-Pat, L. Carrillo, D. Mondragón, P. Álvarez & L. Martínez 6278* (CICY, SEL); same locality, floreciendo en cultivo en Mérida, Yucatán, México el 1 de Octubre de 2001, *G. Carnevali 6416* (AMES, AMO, CICY, NY); same locality, floreciendo en cultivo en Mérida, Yucatán, México el 27 de Junio de 2003, *G. Carnevali 7436* (AMES, AMO, CICY); municipio Candelaria, ca. 8 km al SE de Candelaria, sobre árboles a orilla del río Candelaria, selva mediana subperennifolia, 18°8'23.09" N, 91°1'8.28" W, 30 m, floreciendo en cultivo en Mérida, Yucatán, México el 11 de Noviembre de 2009 de una planta colectada el 22 de Julio de 2009, *R. Balam, W. Cetzal & G. Cáceres 115* (CICY).

Distribution and habitat. *Lophiaris tapiae* has only been detected growing on trees found along the margins of the Candelaria and Palizada rivers in SW Campeche state (Fig. 3). Here it is where the Biotic Province of Yucatan Peninsula joins the coastal plain of the Gulf of Mexico (Carnevali et al., 2003). This new species grows in tall gallery forest within a general matrix of medium-statured subperennifolious forest. Here, it is locally common but the forests of the area are currently severely threatened by agricultural and ranching developments.

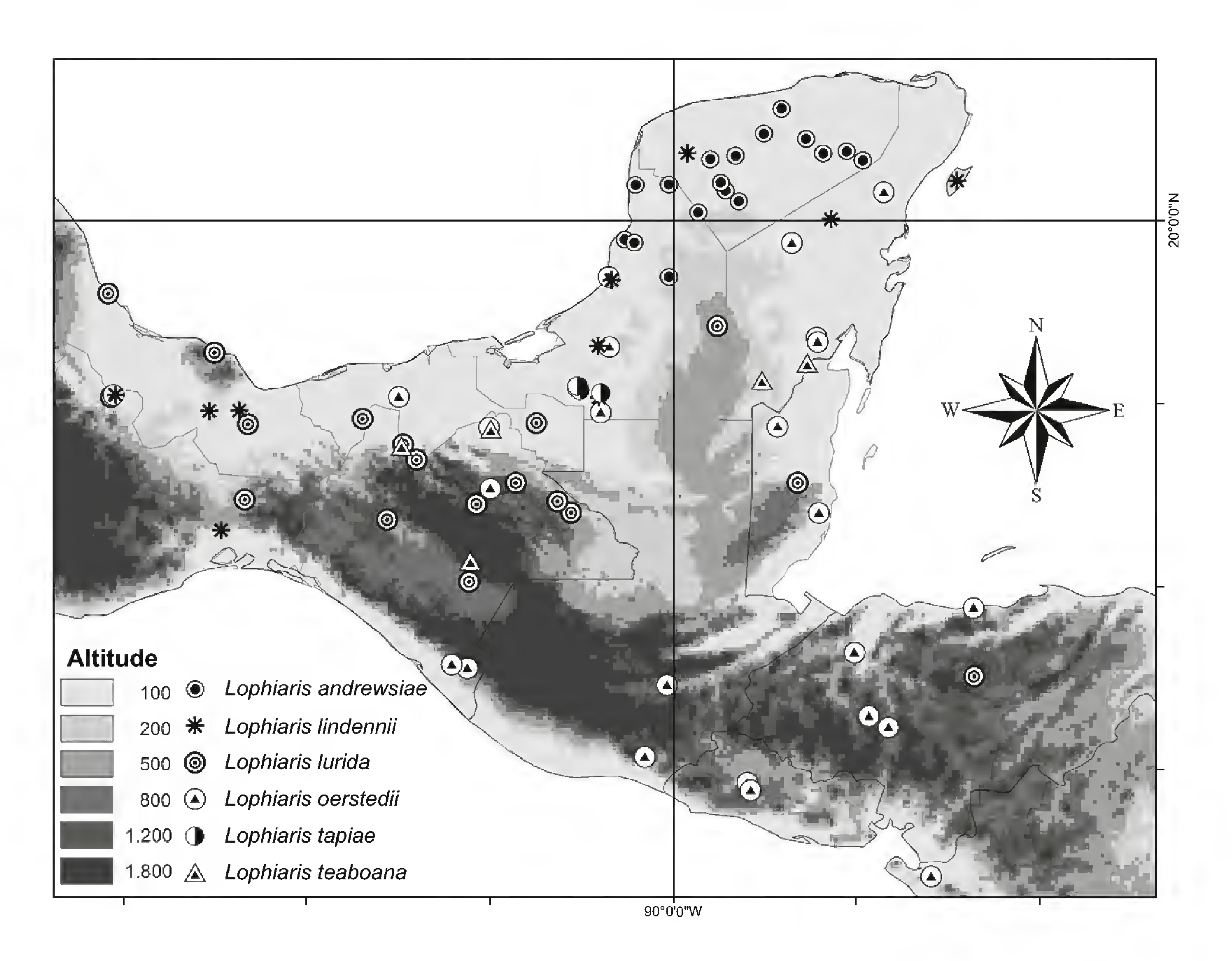


Fig. 3. Distribution of *Lophiaris tapiae* and related species of the southern states of Mexico.

Lophiaris tapiae is also known to us from photographs provided by Antonio Sánchez Martínez of Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-Campeche). These images (not reproduced here) depict at least two different color morphs of what is certainly the same species from the Palizada river and the El Tormento/Escarcega area. The Escarcega plants are similar to the material we collected along the Candelaria river margins but with smaller, more laxly arranged honey-brown spots, resulting in an overall yellower flower. The Palizada plants feature large, confluent dark red-chocolate spots resulting in a totally red-brown flower. Actual materials of these two areas were not available to us for measurements and DNA sequencing, but the overall morphology and color patterns of the flowers, as well as their immediate geographical proximity, leave no doubt as to their conspecificity with the Candelaria River plants.

MER Risk criteria. We determined the risk status of this new species through the Method for Evaluation of Risk of Extinction for Mexican Wild Species (MER) (Anónimo, 2002), because it has been required by Mexican law since 2002 for listing organisms for protection. This method provides a reasonably reliable way to identify species of conservation concern and meets the goals of facilitating timely conservation decisions and generating testable hypotheses for future studies (Tambutti et al., 2001). *Lophiaris tapiae* is known from three localities restricted to the margins of the Candelaria and Palizada rivers in SW Campeche, thus occurring in less than 5% (actually less than 1%) of the Mexican territory. Based on an in situ assessment, the species grows at low population densities. Upon assessing the conservation status of the new taxon against the MER criteria, it scores 12 points, which places *Lophiaris tapiae* in the **P** status, "in danger of extinction" ("en peligro de extinción").

Diagnostic features. The morphologically similar but unrelated *Lophiaris carthagenensis* is distributed from SE Costa Rica into northern Colombia and Venezuela, where it grows in a variety of humid and seasonally dry forests. *Lophiaris tapiae* is morphologically similar to the other species of the *L. oerstedii* complex. Among these species, *L. tapiae* is phenetically closer to *L. andrewsiae*, from which it can be distinguished by the larger flowers (> 25 mm diameter with a labellum 11-12 mm long vs. < 23 mm diameter with a labellum 7-10.5 mm long in *L. andrewsiae*), color (yellowish with intense honey-brown continuous blotches or with confluent dark red-chocolate sports vs. pale rose base color, lilac, purple or deep pink spotted in *L. andrewsiae*), and the structure of the callus (see table 1 for a morphological comparison between the new species and the other members of the complex).

The possibility of a hybrid origin of this new species is here dismissed. Only *Lophiaris lindenii*, *L. lurida*, and *L. oerstedii* are known to occur in the general area where this new species is found. Natural hybrids involving all possible combinations of these species are already known and their floral morphologies are easily discernible and different from *L. tapiae*. The hybrid between *L. lindenii* and *L. oerstedii* is featured in page 129 (figure 265) of Hágsater et al. (2005). The two possible hybrids involving *L. lurida* (which has not been collected within a 100 km ratio of the known localities of *L. tapiae*) display the large, transversely oblong central lobe of this species resulting in a broader than wide labellum, thus making them readily distinguishable from *L. tapiae*, whose labellum is conspicuously longer than wide.

Key to the species of the *Lophiaris oerstedii* complex

The following key is intended for use with live, pickled, or dry specimens, albeit it works much better with the first two. In most cases, a flower in good conditions is required to obtain reliable determinations. Of particular importance is to have good information on flower color, especially of the labellum. Good photographs are also useful. With herbarium specimens, it may be necessary to rehydrate a flower to determine the position and structure of column wings and callus teeth. Good rehydration is obtained by boiling the flower for a few minutes and then let it absorb water for several hours (overnight is ideal). Even better is to soak the whole flower in either diluted ammonia for 20-30 minutes or for 3-5 minutes in concentrated ammonia; afterwards it should be rinsed/rehydrated in water for several hours until the material is fully turgid. When selecting floral material for rehydration and later observation, it is recommended to choose flowers placed on the herbarium sheet near leaves or the peduncle of the inflorescence; these flowers are less likely to have been squashed/crushed (and then irretrievably distorted) upon pressing. Although unrelated to members of this complex, we include *Lophiaris carthagenensis* in the key because it is morphologically similar to the species that comprise it.

1 The central keel of the labellum callus elongate, running from the base of the proximal teeth to the apex of the distal one, dividing thus lengthwise the two (right and left) teeth; the apex of the proximal teeth with 10-or-more small teeth (conferring to the whole structure a “brain-like” aspect); plants from SE Costa Rica into northern Colombia and Venezuela .... *L. carthagenensis*

1 The central keel of the labellum shorten, running across (and splitting) only through the distal teeth of the callus, thus, the distal section of the callus is 3-toothed; the apex of the proximal teeth of the callus with 3-5 small teeth; plants from SE Mexico (mainly SE of the Tehuantepec isthmus) southward into NW Costa Rica.

2 Flowers (23-)25-28 mm diameter.

3 Flowers yellowish with intense honey-brown continuous blotches or with confluent dark red-chocolate spots; perianth segments of the right side of the flower spreading at 90° to the main axis of the flower, thus parallel or subparallel to each other; central lobe of the labellum yellowish with honey-brown or dark red-chocolate tinges; plants restricted to the Candelaria and Palizada rivers, Campeche, Mexico .... *L. tapiae*

3 Flowers white with lilac or pink spots, rarely flowers concolor; perianth segments of the right side of the flower radiating at 45° to the main axis of the flower (the lateral sepal at 45° while the petal at 135°); central lobe of the labellum pale pink tinged; plants restricted to NW Chiapas and SE Quintana Roo, Mexico .... *L. teaboana*

2 Flowers 16-22(-23) mm diameter.

4 Proximal teeth of the callus low, conical, pointing downward; disk bright yellow and the lateral lobes of the labellum white or dull yellow, with brown or orange tinges; distal lobe of column wings twice as broad as long; labellum wider through the lateral lobes than through the spread central lobe; plants from SE Oaxaca, N Chiapas, Tabasco, and the Yucatan Peninsula southward into NE of Costa Rica .... *L. oerstedii*

4 Proximal teeth of the callus 3-toothed at apex, pointing forward; disk and lateral lobes of the labellum bright yellow; distal lobe of column wings longer than wide; labellum wider through the spread central lobe than through the lateral lobes; plants restricted to the NW section of the Mexican Yucatan Peninsula .... *L. andrewsiae*

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Gustavo A. Romero-González (AMES), Eliana Noguera Savelli (CICY, VEN), and Lizandro N. Peraza Flores (CICY), who critically reviewed and made suggestions for improving the manuscript. José Luis Tapia Muñoz (CICY) and Gabriel Cáceres who helped collect and process some of the records here documented. Lilia Can Itzá and Silvia Hernández Aguilar (CICY) provided valuable assistance in handling the herbarium specimens analyzed in this study and in gathering data required to properly document this article. Antonio Sánchez Martínez (Estación El Tormento, INIFAP-Campeche) provided digital photographs of two different color morphs of the same species from the El Tormento/Escarcega, and Palizada rivers, which proved useful to understand the variation and distribution of *Lophiaris tapiae*. We are grateful to CONACyT by scholarships numbers 167007 and 162579 for doctoral studies provided to the first and third author, respectively. CONACyT partially funded this project *via* grant 49980-Q ("Filogenia molecular y morfológica, revisión sistemática y una exploración de cuatro regiones no-codificantes del genoma del cloroplasto para estudios filogeográficos en el complejo *Trichocentrum* (Orchidaceae: Cymbidieae: Onci-

diinae") awarded to G. Carnevali. Finally, we are grateful with two anonymous referees for valuable comments.

LITERATURE CITED

Anónimo. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Anexo normativo I, método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México MER. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial de la Federación, segunda sección, 6 de marzo de 2002. México, D.F., pp. 1-81.

Balam, R. 2007. Sistemática y filogenia del género *Lophiaris* Raf. (Orchidaceae). M. S. Thesis. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida, Yucatán, México. pp. 95.

Carnevali, G. I. Ramírez-Morillo & J. A. González-Iturbe. 2003. Flora y vegetación de la Península de Yucatán. In: Colunga García-Marín, P. & A. Larqué Saavedra (eds.). Naturaleza y sociedad del área maya: pasado, presente y futuro. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida, Yucatán, México. pp. 53-68.

Hágsater, E., M. A. Soto-Arenas, G. A. Salazar-Chávez, R. Jiménez-Machorro, M. A. López-Rosas & R. L. Dressler. 2005. Las orquídeas de México. Instituto Chinoín. México, D.F. pp. 304.

Tambutti, M., A. Aldama, O. Sánchez, R. Medellín & J. Soberón. 2001. La determinación del riesgo de extinción de especies silvestres en México. Gaceta Ecológica 61: 11-21.

Recibido en julio de 2010.

Aceptado en junio de 2011.



Acta Botanica Mexicana 97: 31-37 (2011)

UNA ESPECIE NUEVA DE *MIMULUS* L. (SECCIÓN *SIMIOLUS*, PHRYMACEAE) DEL NORESTE DE MICHOACÁN, MÉXICO*

Emmanuel Pérez-Calix[1] y Sergio Zamudio

Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío
Apdo. postal 386, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.
[1]Autor para la correspondencia: emmanuel.perezcalix@inecol.edu.mx

RESUMEN

Se describe e ilustra como nueva especie para la ciencia a *Mimulus minimus* con base en material colectado en las montañas del noreste del estado de Michoacán, en sitios húmedos en el bosque de *Pinus*-*Quercus*-*Cupressus.* El nuevo taxon se ubica en la sección *Simiolus* Greene (subgénero *Synplacus* Grant); se discuten las semejanzas y diferencias que guarda con *Mimulus calciphilus* Gentry, *M. depressus* Phil., *M. glabratus* Kunth, *M. minutiflorus* Vickery, *M. wiensii* Vickery, *M. yecorensis* Vickery y *M. guttatus* DC. especies que parecen ser las más cercanas morfológicamente.

Palabras clave: *Mimulus*, Phrymaceae, río Queréndaro, subgénero *Synplacus*.

ABSTRACT

Mimulus minimus is described and illustrated as a new species based on plants collected in the northeastern mountains of Michoacan state, Mexico. It grows in wet sites in the *Pinus*-*Quercus*-*Cupressus* forest. The new species is included in the section *Simiolus* Greene (subgenus *Synplacus* Grant). Its similarities and differences with morphologically more closely

* Trabajo realizado con apoyo del Instituto de Ecología, A.C. (cuenta 20006), del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

related species such as *Mimulus calciphilus* Gentry, *M. depressus* Phil., *M. glabratus* Kunth, *M. minutiflorus* Vickery, *M. wiensii* Vickery and *M. yecorensis* Vickeri and *M. guttatus* DC. are discussed.

Key words: *Mimulus*, Phrymaceae, Queréndaro river, subgénero *Synplacus*.

Las exploraciones botánicas realizadas en la región montañosa de la cuenca del río Queréndaro en el noreste del estado de Michoacán, encaminadas a conocer y describir la flora del Bajío y de regiones adyacentes, han dado como resultado el hallazgo de poblaciones de una planta peculiar del género *Mimulus* L. (Phrymaceae), a la que no se le pudo asignar ninguno de los nombres ya publicados, por lo que se propone como especie nueva para la ciencia, bajo el siguiente binomio:

Mimulus minimus E. Pérez-Calix & Zamudio, sp. nov. Fig. 1.

Herba annua erecta vel prostrata, 1.6-5(10) cm alta; caules simplices vel ramosi, ad nodos inferos radicantes, rami quadrangulares glabri vel glanduloso-pilosi ad apicem; folia opposita, petiolo 1.5-2.5 mm longo canaliculato, lamina ovata vel ample ovata apice acuta basi decurrente, obtusa vel cuneata, subintegra vel denticulata, 1-3(5)-nervata, glabra vel sparsim pilosula; flores axillares 1-2 per nodum, pedicellis 3.5 a 10(16) mm longis, sparsim glanduloso-pilosis; calyx subcylindricus, 5-angulatus, 5-dentatus, 4-7 mm longus, glanduloso-pilosus, tubo 2-3(5) mm longo, dentibus triangularibus inaequalibus; corolla bilabiata 7.5-8(12) mm longa, luteola, in faucibus purpureo maculata, tubo cylindrico 5-5.5(8) mm longo, fauci pilosa, labio superiore bilobato, lobis oblongis 1-1.5 mm longis rotundatis, labio inferiore trilobato, lobo medio 1.5-3 mm longo emarginato; stamina 4 didynama, glabella; capsula ellipsoidalis, leviter compressa 3.5-4 mm longa, 2-2.8 mm lata; semina ellipsoidalia ca. 0.5 mm longa, longitudinaliter striata, brunnea.

Planta herbácea anual, de 1.6 a 5(10) cm de alto; tallos simples o poco ramificados, suculentos, tetrangulados, erectos o postrados, con frecuencia con raíces en los nudos inferiores, glabros o glandular-pilosos en la mitad apical; hojas opuestas, decusadas, pecíolo de 1.5 a 2.5 mm de largo, de 1 a 1.5 mm de ancho, aplanado, canaliculado en la cara superior, glabro o glandular-piloso, láminas foliares ovadas a ampliamente ovadas, de 2.5 a 4(10) mm de largo, de 2 a 3(10) mm de ancho, ápice agudo, base decurrente, obtusa a cuneada, margen entero o denticulado, rojizo,

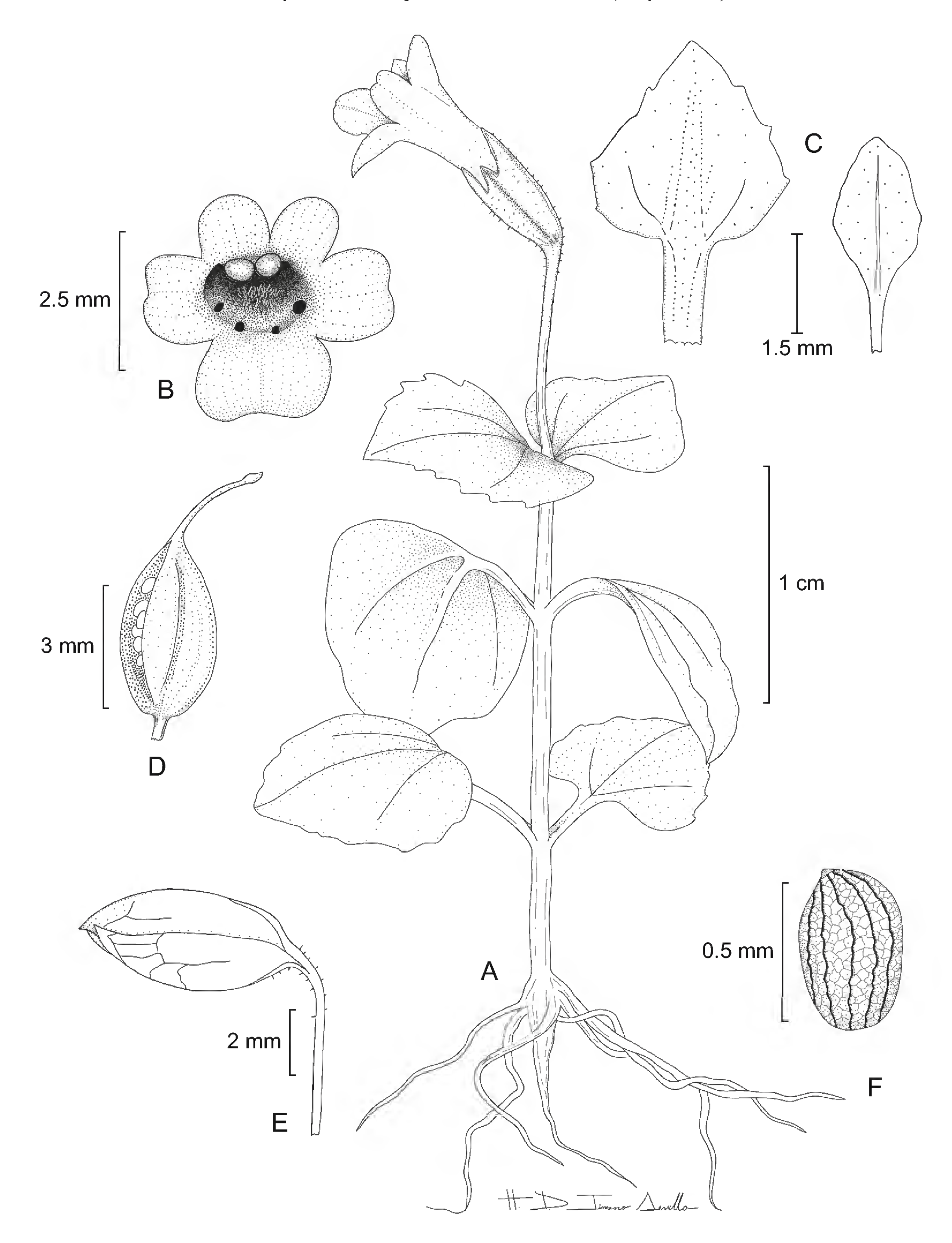


Fig. 1. *Mimulus minimus* E. Pérez-Calix & Zamudio. A. hábito con flor; B. flor en vista superior; C. hojas; D. fruto en vista lateral; E. fruto encerrado por el cáliz; F. semilla.

1-3(5)-nervadas, ambas caras glabras o esparcidamente glandular-pilósulas; flores axilares 1 a 2 por nudo, pedicelos delgados, de 3.5 a 10(16) mm de largo, esparcidamente glandular-pilosos, café-rojizos; cáliz subcilíndrico, pentangulado, 5-dentado, de 4 a 7 mm de largo de la base al ápice del diente dorsal, glandular-piloso, teñido de rojo en la parte media y apical, verde en la basal, tubo de 2 a 3(5) mm de largo, dientes triangulares, desiguales entre sí, 1 superior de 1.5 a 2 mm de largo, 2 inferiores de 1 a 1.5 mm de largo y 2 laterales de 0.5 a 1 mm de largo; corola bilabiada, de 7.5 a 8(12) mm de largo de la base al ápice del lóbulo inferior, de color amarillo pálido con manchas purpúreas en la región ventral, tubo cilíndrico, de 5 a 5.5(8) mm de largo, garganta pilosa, labio superior bilobado, lóbulos oblongos, de 1 a 1.5 mm de largo, ápice redondeado, labio inferior trilobado, lóbulo medio de 1.5(3) mm de largo, ápice emarginado; estambres 4, inclusos, didínamos, filamentos largos de 4 a 5(6.5) mm, los cortos de 3 a 4(5) mm de largo, glabros; ovario elipsoide, glabro, estilo de 2 a 2.5 mm de largo, incluso, glabro; cápsula elipsoide, ligeramente comprimida, de 3.5 a 4 mm de largo, por 2 a 2.8 mm de ancho; semillas elipsoidales, de ca. 0.5 mm de largo, estriadas longitudinalmente, de color café.

Tipo: México, Michoacán, municipio de Queréndaro, 1 km al S de San Miguel de las Cuevas, 19°43'45"N, 100°50'00" W, talud con escurrimientos temporales de agua, bosque de *Pinus-Quercus-Cupressus*, 2350 m s.n.m., 28.I.2010, *S. Zamudio et al. 14713* (Holotipo: IEB, isotipos: EBUM, ENCB, MEXU).

Material adicional revisado: México, Michoacán, municipio de Queréndaro, 1 km al S de San Miguel de las Cuevas, 19°43'45" N, 100°50'00" W, *S. Zamudio et al. 14705* (IEB); 1.7 km al S de San Miguel de las Cuevas, 19°43'45" N, 100°49'57" W, 2400 m s.n.m., *S. Zamudio et al. 14724* (IEB); ca. 2 km al S de San Miguel de las Cuevas, 19°43'29" N, 100°49'51" W, 2380 m s.n.m., *S. Zamudio et al. 14732* (IEB).

El nuevo taxon es un elemento del bosque de *Pinus-Quercus-Cupressus*. Habita en taludes con escurrimientos de agua y en la orilla de arroyos; no es una planta estrictamente acuática, más bien tiene preferencia por los suelos hídricamente saturados. Alt. 2350-2400 m.

Fenología: florece y fructifica de diciembre a enero.

Etimología: el epíteto minimus para la especie nueva refiere a la talla corta de la planta.

Con base en la clasificación que propone Grant (1924) para *Mimulus*, el nuevo taxon se ubica en la sección *Simiolus* Greene (subgénero *Synplacus* Grant) por presentar la siguiente serie de caracteres: pedicelos más largos que el cáliz, dientes del cáliz desiguales; corola bilabiada con dos costillas pubescentes en la cara interna del labio inferior; estambres y estilo inclusos, glabros; placenta completamente unida en una columna; cápsula membranosa, dehiscente hasta su base a lo largo de las dos suturas; cáliz persistente, inflado en la madurez del fruto y cubriendo holgadamente a la cápsula, el diente inferior curvado hacia arriba sobre los dientes laterales. Dentro de este grupo se asemeja a *M. depressus* y *M. glabratus,* con las que comparte los siguientes caracteres: hojas ovadas, flores axilares, cáliz 5-dentado, corola de menos de 2.5 cm de largo, con la garganta no cerrada por un paladar prominente, lóbulos no laciniados ni erosos.

Por otra parte, después de publicada la monografía de Grant (1924), se han nombrado y descrito las siguientes cuatro especies del grupo: *Mimulus calciphilus* Gentry (1947), a partir de plantas originarias de la Sierra Surotato en Sinaloa; *M. wiensii* Vickery (1973) con base en ejemplares colectados en El Salto, Durango; *M. minutiflorus* Vickery de los estados de Durango y Sinaloa y *M. yecorensis* Vickery, del área de Yécora, Sonora (ambas en 1997). La aquí descrita se distingue del grupo señalado porque presenta pubescencia glandular-pilosa en el pedicelo, en el cáliz, a veces en la lámina foliar y en el tallo.

La nueva especie se diferencia de *M. calciphilus* en que esta última es más grande (mide de 7 a 16 cm de alto), tiene las hojas dispuestas en roseta basal, con láminas foliares de 25 a 35 mm de largo y 20 a 30 mm de ancho; los pedicelos de 20 a 40 mm de largo y el cáliz de 8 a 11 mm de largo; mientras que la primera mide de 1.6 a 5(10) cm de alto, con las hojas sobre el tallo, las láminas de 2.5 a 4(10) mm de largo por 2 a 3(10) mm de ancho, pedicelos de 3.5 a 10(16) mm de largo y el cáliz de 4 a 7 mm de largo.

Discrepa de *M. depressus* en que ésta presenta las hojas dispuestas en roseta basal, que miden de 3 a 4 cm de largo y las flores son subsésiles; en cambio, *M. minimus* muestra hojas caulinares de 2.5 a 4(10) mm de largo y las flores tienen pedicelos de 3.5 a 10(16) mm de largo.

Otra especie cercanamente relacionada es *M. glabratus,* sin embargo, mientras que en ésta las láminas foliares miden de 15 a 50 mm de largo y de 8 a 30 mm de ancho, el cáliz de 5 a 8 mm de largo y la corola de 7 a 15 mm; en *M. minimus* las láminas son de 2.5 a 4(10) mm de largo por 2 a 10 mm de ancho, el cáliz de 4 a 7 mm de largo y la corola de 7.5 a 8(12) mm de largo.

Mimulus minutiflorus mide de 5 a 20 cm de alto, láminas foliares sobre pecíolos de 5 a 10 mm, lámina de 5 a 25 mm de largo, de 5 a 20 mm de ancho y el margen aserrado; en contraste *M. minimus* es una planta de 1.6 a 10 cm de alto, las hojas con pecíolos de 1.5 a 2.5 mm de largo, las láminas de 2.5 a 4(10) mm de largo por 2 a 3 mm de ancho y el margen entero a brevemente dentado.

Mimulus wiensii también está morfológicamente relacionada con el taxon aquí propuesto, pero esta última mide de 5 a 24 cm de largo, el tallo es ramificado, con hojas de 2 a 20 mm de largo, de 3 a 13 mm de ancho, margen dentado, pedicelos de 20 mm de largo; mientras que la especie nueva es por lo común monopódica, de 1.6 a 10 cm de alto, con hojas de 2.5 a 4(10) mm de largo, por 2 a 10 mm de ancho, margen entero a brevemente dentado, pedicelos de 3.5 a 10(16) mm de largo.

Otra especie del grupo de semejantes con *M. minimus* es *M. yecorensis,* no obstante la segunda es rastrera de 60 cm o más de largo, con hojas de 10 a 30 mm de largo, margen serrulado, pedicelo de 13 a 18 mm; por su parte, el nuevo taxon es una planta erecta a postrada, de 1.6 a 10 cm de alto, hojas de 2.5 a 4(10) mm, margen entero a brevemente dentado, pedicelos de 3.5 a 10(16) mm de largo.

Por último, eventualmente *M. minimus* podría confundirse con *M. guttatus* DC., que es una planta anual que mide entre 5 y 55 cm; sin embargo, se diferencian en que las flores de la segunda están arregladas en inflorescencias racemosas y en que las corolas presentan un paladar en la garganta; mientras que en *M. minimus* las flores son solitarias en las axilas de las hojas y las corolas no tienen paladar prominente en la garganta.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Jerzy Rzedowski y a la Biól. Patricia Mayoral Loera la lectura crítica del manuscrito, así como al Biól. David Jimeno por la elaboración de la ilustración.

LITERATURA CITADA

Grant, A. L. 1924. A monograph of the genus *Mimulus*. Ann. Miss. Bot. Gard. 11(2-3): 99-389.

Gentry, H. S. 1947. The genus *Mimulus* in or adjacent to Sinaloa, Mexico. Madroño 9: 21–25.

Vickery, R. 1973. *Mimulus wiensii* (Scrophulariaceae), a new species from western Mexico. Madroño 22: 161-168.

Vickery, R. 1997. A systematic study of the *Mimulus wiensii* complex (Scrophulariaceae: *Mimulus* section *Simiolus*), including *M. yecorensis* and *M. minutiflorus*, new species from western Mexico. Madroño 44: 384-393.

Recibido en abril de 2011.

Aceptado en julio de 2011.



Acta Botanica Mexicana 97: 39-47 (2011)

HELIOPSIS SUFFRUTICOSA (COMPOSITAE, HELIANTHEAE), UNA NUEVA ESPECIE DEL OCCIDENTE DE ZACATECAS

David Ramírez-Noya[1,3], M. Socorro González-Elizondo[1] y Jorge Molina-Torres[2]

[1]Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, 34220 Durango, Durango, México.
[2]Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Irapuato, Depto. de Biotecnología y Bioquímica, Laboratorio de Fitobioquímica, km 9.6 Libramiento Norte, 36821 Irapuato, Guanajuato, México.
[3]Autor para la correspondencia: davidrnoya@yahoo.com.mx

RESUMEN

Se describe *Heliopsis suffruticosa* de la Sierra de Sombrerete al occidente de Zacatecas, de bosque bajo abierto de piñonero sobre caliza. La especie difiere de otras del género por tener hábito sufruticoso, hojas angostamente lanceoladas a lineares, enteras a espaciadamente serruladas y pedúnculo gradualmente ensanchado hacia el ápice, características que comparte con algunas especies de *Zinnia*. Se presenta una clave para distinguir entre las especies mexicanas de hábito perenne de *Heliopsis*. Al igual que en otros representantes de este género, las raíces de *H. suffruticosa* presentan alcamidas, detectándose en este caso cinco isobutil alcamidas diacetilénicas conjugadas, unidas a un metilo terminal en posición omega.

Palabras clave: alcamidas, Compositae, endemismo, Heliantheae, *Heliopsis*.

ABSTRACT

Heliopsis suffruticosa is described from the Sierra de Sombrerete, in western Zacatecas, Mexico, growing in pinyon woodland on limestone. It differs from other species in the genus in having suffruticose habit, narrowly lanceolate to linear leaves with entire to sparsely serrulated margin, and peduncles gradually enlarged towards the apex, a combination of characters shared with some species of *Zinnia*. A key to distinguish among the Mexican species of perennial *Heliopsis* is presented. As other *Heliopsis* species, *H. suffruticosa* roots

contain alkamides, in this case five diacetylenic conjugated next to a group methyl in the omega position, isobutyl alkamides.

Key words: alkamides, Compositae, endemism, Heliantheae, *Heliopsis*.

Heliopsis (Compositae) es un género de unas 16 especies. Una de ellas, *Heliopsis longipes* (A. Gray) S. F. Blake, utilizada en la medicina tradicional, se ha caracterizado por el alto contenido de alcamidas en sus raíces. El estudio de tales metabolitos ha derivado en una serie de investigaciones sobre su presencia en otros representantes del género *Heliopsis* en México (García-Chávez et al., 2004).

El género se distribuye de Canadá a Venezuela y Bolivia (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2008), con la mayoría de las especies endémicas a México. Pertenece a la tribu *Heliantheae*, subtribu *Zinniinae*, asociado a *Zinnia, Philactis, Sanvitalia, Acmella, Podachaenium, Squamopappus, Spilanthes* y *Salmea* (Bremer, 1994), de las cuales se separa por poseer la siguiente combinación de características: flores del disco fértiles, flores liguladas fértiles y persistentes sobre los aquenios y aquenios gruesos, sin vilano o éste reducido a una corona baja o una a tres pequeñas aristas (Fisher, 1957).

Heliopsis suffruticosa y *Heliopsis anomala* (M. E. Jones) B. L. Turner son las únicas especies del género que tienen los tallos leñosos por espacio de varios centímetros, aunque esta última puede comportarse también como herbácea y llega a florecer durante el primer año (datos de etiqueta en holotipo de *H. rubra* T. R. Fisher (A. Carter y L. Kellogg 3158 (UC) = *H. anomala*). Turner (1988) separa a *H. anomala* de *H. parviflora* por el hábito sufruticoso en la primera, mientras que Fisher (1957) describe a *H. rubra* como herbácea anual, bianual o perenne. *Heliopsis longipes* presenta con frecuencia los tallos algo leñosos en la parte basal pero herbáceos en la mayor parte de su longitud. Por el hábito sufruticoso, las hojas muy angostas y el pedúnculo turbinado, *H. suffruticosa* se asemeja a algunas especies de *Zinnia*; sin embargo, el involucro no manifiestamente graduado y los aquenios de las flores del disco gruesos la ubican dentro de *Heliopsis*, además de que, al igual que en otras especies de ese género, sus raíces presentan alcamidas.

Heliopsis suffruticosa Ramírez-Noya et S. González, sp. n. Fig. 1.

Subfrutex usque 65 cm altus sparse ramosus; folia fere omnia opposita petiolis 1-10 mm longis, laminae anguste lanceolatae vel lineares 2.5-9 cm longae,

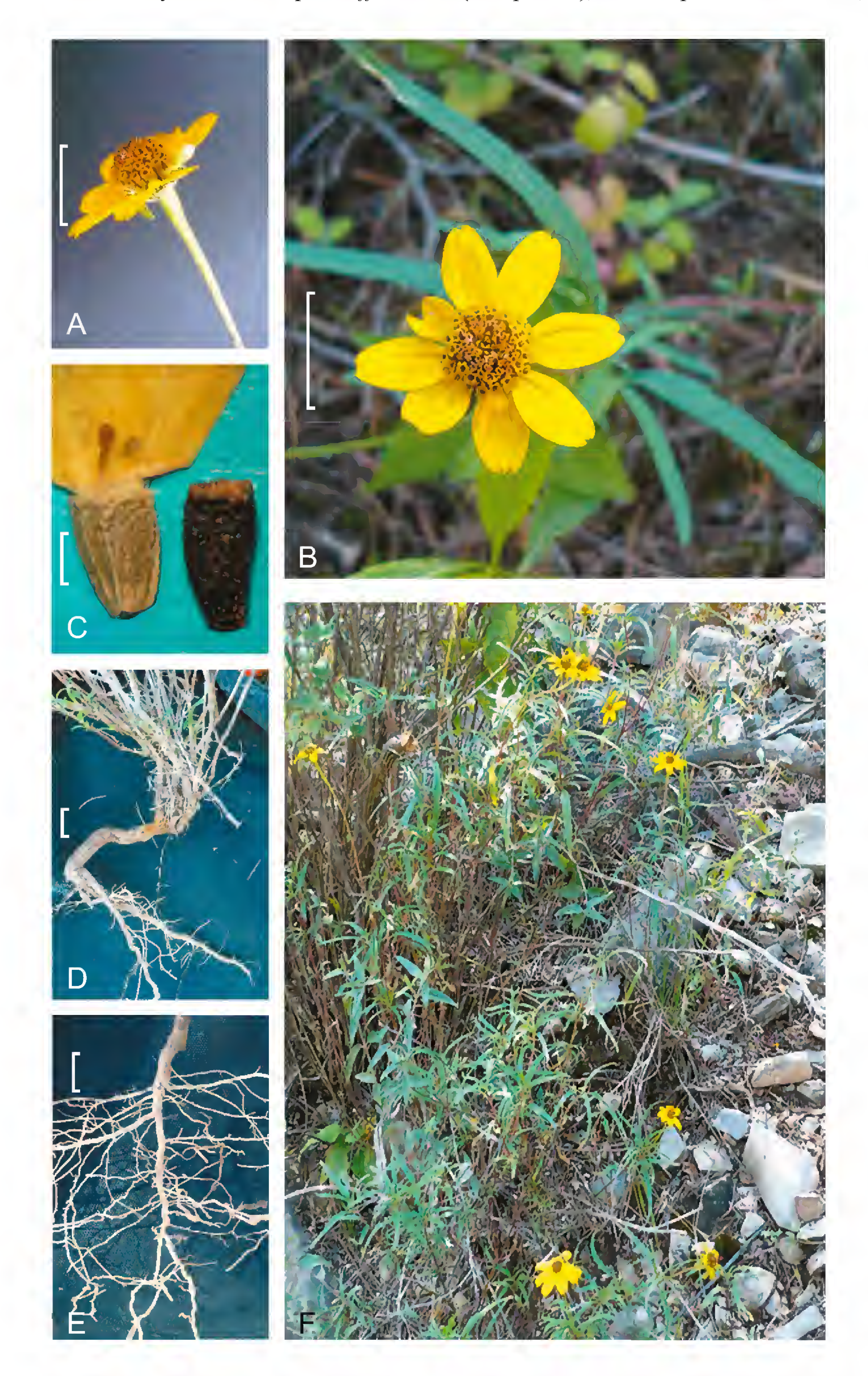


Fig. 1. *Heliopsis suffruticosa*. A. capítulo y pedúnculo; B. capítulo; C. aquenios; D. base de planta y raíz; E. raíz; F. grupo de plantas. Fotos: A, B, D, E, F, escala = 1 cm (fotos: D. Ramírez Noya); C escala = 1 mm (foto: Andrés Lira).

0.3-0.7(-1) cm latae, apice acutae vel obtusae, basi cuneatae, margine integro vel sparsim serrulato, triplinervatae, strigulosae, supra virides, infra pallide virides; capitula solitaria, pedunculi 2-19 cm longi ad apicem turbinati; phyllaria 7-9 valde inaequilonga, longiora 4-8 mm longa, strigulosa; flores radii (6-)8, ligulis 7-14 mm longis, 5-7 mm latis, luteis; flores disci 50-90, corollis 2.2-3.7 mm longis luteis; achaenia pallida vel nigricantia, oblonga vel obovata, radii 2-2.8 mm longa, disci 2.8-3.1 mm longa, pappus absens.

Planta sufruticosa de 30-65 cm de alto; raíces alargadas, algo carnosas, de sabor amargo, manteniéndolas por un rato en la boca provocan ligero adormecimiento de la lengua y garganta; tallos ascendentes a erectos, leñosos por espacio de varios centímetros, quebradizos distalmente, usualmente varios a partir de una base robusta, laxamente ramificados, las ramas laterales por lo común más largas que el vástago central, las herbáceas con tinte purpúreo, pubescentes con pelos de 0.4 a 0.6 mm de largo, no o apenas concentrados en líneas longitudinales; hojas opuestas, rara vez las superiores alternas, con frecuencia con hojas menores en la axila, con pecíolos de 1 a 10 mm de largo, levemente alados, láminas angostamente lanceoladas a lineares, de 2.5 a 9 cm de largo y de 0.3 a 0.7(-1) cm de ancho, ápice agudo a redondeado, base largamente cuneada, de textura membranácea, más pálidas en el envés, densa y diminutamente papilosas en el haz, estrigulosas sobre ambas superficies o menos densamente sobre el envés, los pelos de 0.2 a 0.6 mm de largo sobre una base callosa, triplinervadas, sólo la nervadura central prominente, margen ligeramente engrosado, entero a espaciadamente serrulado; cabezuelas solitarias, terminales sobre pedúnculos de 2 a 19 cm de largo, gradualmente ensanchados y fistulosos hacia la parte distal por espacio de 1 a 6 cm, de 0.3-0.5 cm de ancho en la base de la cabezuela, pubescentes al menos hacia la parte distal; cabezuelas abiertas de 1.5 a 3.5 cm de diámetro, involucro anchamente campanulado o hemisférico, brácteas 7-9, de tamaño subigual, herbáceas, elípticas a oblongo-lineares, de 4 a 8 mm de largo, 1.2 a 2.3 mm de ancho, a veces dos brácteas unidas y aparentando ser una bráctea ancha bífida, agudas, pubescentes sobre ambas caras pero más densamente por fuera, inconspicuamente trinervadas; receptáculo cónico, páleas persistentes, oblongo-lineares, algo cóncavas, de 4.4 a 6.5 mm de largo, agudas o romas en el ápice; disco hemisférico; flores liguladas fértiles (6-)8, sus láminas casi sésiles, persistentes, oblongas a orbiculares o casi cuadradas, de 7 a 14 mm de largo por 5 a 7 mm de ancho, con tres dientes bajos y redondeados en el ápice, de color amarillo, densa y diminutamente papilosas sobre la cara superior, con nervaduras de color marrón, espaciadamente pubérulas y de color amarillo-verdoso pálido sobre

la inferior, garganta pubérula; flores del disco hermafroditas, fértiles, 50 a 90, sus corolas tubulosas, pentámeras, de 2.2 a 3.7 mm de largo, 1 mm de ancho, amarillas (a veces verde azulosas en seco), los lóbulos papilosos por fuera, gargantas translúcidas o de color verde oscuro; anteras de 1.6 a 2 mm de largo, negruzcas, la base brevemente aflechada, ramas del estilo linear-oblongas, con apéndices hispídulos en el ápice; aquenios de las flores centrales del disco sin llegar a la madurez, los restantes gruesos, de superficie muricado-tuberculada, los de las flores periféricas oblongos a ampliamente obovoides, de 2 a 2.8 mm de largo, plano-convexos o de sección triangular o subcuadrangular, de color beige a purpúreo o casi negro, los del disco estrechamente oblongos a estrechamente obovoides, de 2.8 a 3.1 mm de largo, cuadrangulares, casi negros; vilano ausente.

Tipo: México, Zacatecas. Sierra de Sombrerete, al N de San José de Canutillo, 23°37'18" N, 103°46'34" W, 2390 m, 14 Oct 2010, *D. Ramírez Noya et al. 3575* (holotipo: CIIDIR, isotipos: IEB, MEXU, por distribuirse).

Material adicional examinado: México, Zacatecas. Sierra de Sombrerete, al N de San José de Canutillo, al ENE de Gualterio y al W de Sombrerete, 23°37'18" N, 103°46'34" W, 2350 m, 20 Oct 1999, *D. Ramírez Noya 1852 con I. Montelongo* (CIIDIR, IEB); ibid., 23°37'18" N, 103°46'35" W, 2380 m, 4 Nov 2010, *S. González 7723 a,b,c, D. Ramírez Noya, S. Heines y L. E. Villa* (ANSM, CIIDIR, ENCB, MEXU, SLPM, ZAC, por distribuirse).

La nueva especie se conoce por ahora solamente de la Sierra de Sombrerete, en el occidente del Estado de Zacatecas cerca de los límites con Durango. Se desarrolla entre los 2350 y 2400 m s.n.m., sobre sustrato calizo en una ladera sombreada, en bosque bajo abierto de *Pinus cembroides* con *Rhus virens*, *Juniperus deppeana*, *Forestiera durangensis, Forestiera* sp., *Quercus* spp., *Yucca* sp., *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera, Mimosa* sp., *Stevia lucida, Stevia* sp., *Ageratina calaminthifolia*, *Brickellia veronicifolia*, *Hymenoxys scaposa*, *Gymnosperma glutinosum* y *Aztecaster matudae.*

Por su hábito perenne y los pedúnculos gradualmente ensanchados distalmente *H. suffruticosa* se asemeja a *H. buphthalmoides* (Jacq.) Dunal y *H. parvifolia* A. Gray, mientras que por su base leñosa, sus tallos rojizo-morados y el margen de las hojas casi entero a fina y espaciadamente serrulado se asemeja a *H. longipes*. Se presenta una clave para las especies mexicanas perennes de *Heliopsis*. La relación entre

Heliopsis novogaliciana B. L. Turner y *H. procumbens* Hemsl. es muy estrecha y es probable que estudios posteriores muestren que la primera debe ubicarse como un taxon infraespecífico de *H. procumbens*.

Clave para diferenciar las especies perennes de *Heliopsis* de México

1 Hojas filiformes, 2-6 cm de largo x 1-1.5 mm de ancho; pedúnculo glabro; brácteas internas del involucro excediendo ligeramente a las externas ... *H. filifolia*

1 Hojas no filiformes, 1-12 cm de largo x 3-60 mm de ancho; pedúnculo glabro o pubescente, al menos hacia el ápice; brácteas internas del involucro más cortas o de longitud similar a la de las externas 2

2 Tallos leñosos por espacio de varios centímetros; hojas angostamente lanceoladas a lineares, 0.3-0.7(-1) cm de ancho; pedúnculo con la porción distal gradualmente ensanchada hacia el ápice por espacio de 1-6 cm .... *H. suffruticosa*

2 Tallos herbáceos o leñosos solamente en la base, o de ser leñosos por varios centímetros (en *H. anomala*), las hojas son de más de 3 cm de ancho; hojas ovadas, orbiculares, deltoides o lanceoladas, 1-6 cm de ancho; pedúnculo ensanchado o no ensanchado hacia el ápice 3

3 Axilas de las hojas y ramillas laterales conspicuamente blanco tomentosas; páleas del disco rojas o amarillentas; plantas herbáceas o sufruticosas, a veces floreciendo desde el primer año .... *H. anomala*

3 Axilas de las hojas y ramillas laterales glabras o pubescentes pero no conspicuamente blanco tomentosas; páleas del disco amarillentas, verdes o café pajizas; plantas herbáceas, a veces con la base leñosa 4

4 Pedúnculo gradualmente ensanchado por varios centímetros hacia el ápice; pubescencia de los tallos por lo general concentrada en líneas 5

5 Margen de la hoja tosca e irregularmente serrado, los dientes inferiores usualmente más grandes; flores liguladas glabras o pubérulas por fuera .... *H. parvifolia*

5 Margen de la hoja más o menos regularmente serrado, los dientes inferiores nunca marcadamente más grandes; flores liguladas glabras por fuera .... *H. buphthalmoides*

4 Pedúnculo no ensanchado, o ensanchado gradualmente sólo por espacio de menos de un centímetro en su parte distal; pubescencia de los tallos no concentrada en hileras longitudinales 6

6 Brácteas involucrales densamente pubescentes por fuera, al menos en la parte distal, el margen pubescente .... *H. longipes*
6 Brácteas involucrales glabras, el margen glabro o espaciadamente pubescente 7
7 Hojas orbiculares a ovado-oblongas, espaciadamente pubescentes en el haz, con márgenes no o débilmente híspido-ciliados; apéndice de las anteras rojizo a purpúreo .... *H. procumbens*
7 Hojas ovadas, estrigosas en el haz, con márgenes híspido-ciliados; apéndice de las anteras pajizo a amarillento .... *H. novogaliciana*

Alcamidas en *Heliopsis suffruticosa*

Las alcamidas o alquilamidas comprenden un conjunto de aproximadamente 70 estructuras conocidas en plantas. En el género *Heliopsis* sólo se han encontrado alcamidas alifáticas y acetilénicas (García-Chávez et al., 2004). Por el interés que tiene el género en la producción de alcamidas se llevó a cabo una exploración preliminar de estos compuestos mediante análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrómetro de masas de cuadrupolo con ionización por impacto electrónico (CG-EIMS). Se extrajo 5 g de tejido seco perfectamente homogenizado con etanol absoluto mediante la técnica descrita por García-Chávez et al. (2004). Una alícuota de 100 µl de la muestra en etanol absoluto se transfirió a un vial y se inyectó 1 µl con inyector automático (7683B) a un cromatógrafo de gases (7890A) con una columna HP-MS5 (60 m x 0.250 mm x 0.25 µm) a un detector de masas con ionización electrónica y separación por cuadrupolo (5775C) (Muestreador, inyector y cromatógrafo de Agilent Technologies, EI MSD Hewlett Packard). Las condiciones de corrida fueron similares a las descritas en Molina-Torres et al. (2004). Los espectros de masas fueron el resultado del programa MSChem de la misma compañía y procesados por el programa AMDIS (Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System) de NIST (National Institute of Standards and Technology Database 2008 Mass Spectral Search Program).

En raíces de *Heliopsis suffruticosa* se observó, en forma característica, una familia de cinco isobutil alcamidas diacetilénicas conjugadas, cuatro de ellas de longitud de cadena lineal C16 con ligaduras acetilénicas conjugadas en posición 12, 14 y una minoritaria de longitud de cadena C18 con ligaduras acetilénicas conjugadas en posición 14, 16, todas con un metilo terminal contiguo y en posición omega.

Las cadenas acetilénicas conjugadas son características de las tribus Astereae, Anthemideae y Heliantheae (Asteraceae) (Christensen y Lam, 1990, 1991a,

1991b; Christensen, 1992) y las alcamidas con este tipo de cadenas se han reportado para los géneros *Heliopsis*, *Acmella* (Keipert y Melzig, 2009), *Echinacea* (Clifford et al., 2002, Wu et al., 2004) y *Achillea* (Greger y Hofer, 1987), siendo más comunes las isobutilamidas de cadena más corta, de C:10 a C:14 en posiciones intermedias o sin metilo terminal.

Las estructuras de las cinco isobutil alcamidas encontradas en *Heliopsis suffruticosa*, por orden de abundancia relativa (70, 21, 6, 2 y 1%) son: *N*-isobutil hexadeca-2*E*,4*Z*-dien 12,14-diacetilen amida, *N*-isobutil hexadeca-2*E*,4*Z*,8*E*-trien 12,14- diacetilen amida, *N*-isobutil hexadeca-2*E*,4*E*-dien 12,14- diacetilen amida, *N*-isobutil hexadeca-2*E*,4*E*,8*E*-trien 12,14- diacetilen amida y *N*-isobutil octadeca-2*E*,4*Z*-dien 12,14-diacetilen amida. Estas moléculas no han sido reportadas previamente. Por su composición de alcamidas, *H. suffruticosa* parece estar relacionada principalmente con *H. longipes* y *H. buphthalmoides*, lo que podría corroborarse con el uso de marcadores moleculares. Dado que la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas de baja resolución no es suficiente para su caracterización, se trabajará en la caracterización por resonancia magnética nuclear (RMN).

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jerzy Rzedowski por su orientación sobre la taxonomía del género; al Dr. José Luis León de la Luz por datos sobre las especies de *Heliopsis* en Baja California y a dos revisores anónimos por sugerencias que permitieron mejorar el manuscrito; a Ignacio Montelongo Pérez, César Rivas García, Luis Enrique Villa Cervantes, Sergio A. Heines Silerio, Gustavo J. Medrano Valtierra, Mario Macías Carrillo y los pobladores de San José de Canutillo por apoyo en el trabajo de campo; a Flor Isela Retana Rentería por dar formato a la figura 1 y a Andrés Lira por imágenes de los aquenios. La segunda autora agradece a la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas por estímulos a la investigación.

LITERATURA CITADA

Bremer, K.1994. Asteraceae, cladistics & classification. Timber Press. Portland, Oregon. 752 pp.

Clifford, L. J., M. G. Nair, J. Rana y D. L. Dewitt. 2002. Bioactivity of alkamides isolated from *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Phytomedicine 9: 249-253.

Christensen, L. P. 1992. Acetylenes and related compounds in *Anthemideae*. Phytochemistry 31: 7-49.

Christensen, L. P. y J. Lam. 1990. Acetylenes and related compounds in *Cynareae*. Phytochemistry 29: 2753-2785.

Christensen, L. P. y J. Lam. 1991a. Acetylenes and related compounds in *Heliantheae*. Phytochemistry 30: 11-49.

Christensen, L. P. y J. Lam. 1991b. Acetylenes and related compounds in *Astereae*. Phytochemistry 30: 2453-2476.

Fisher, T. R. 1957. Taxonomy of the genus *Heliopsis* (Compositae). Ohio Journ. Sci. 57: 171-191.

García-Chávez, A., E. Ramírez-Chávez y J. Molina-Torres. 2004. El género *Heliopsis* (Heliantheae, Asteraceae) en México y las alcamidas presentes en sus raíces. Acta Bot. Mex. 69: 115-131.

Greger, H. y O. Hofer. 1987. Highly unsaturated isopentyl amides from *Achillea whilhelmsii*. J. Nat.Prod. 50: 1100-1107.

Keipert, R. y M. F. Melzig. 2009. *Acmella ciliata* (HBK.) Cassini. Zeitschrift für Phytotherapie 30: 44-50.

Molina-Torres, J., C. J. Salazar-Cabrera, C. Armenta-Salinas y E. Ramírez-Chávez. 2004. Fungistatic and bacteriostatic activity of alkamides from *Heliopsis longipes* roots: affinin and reduced amides. J. Agric. Food Chem. 52: 4700-4704.

Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 2008. Familia Compositae, tribu Heliantheae I (géneros *Acmella* - *Jefea*). Flora del Bajío y de regiones adyacentes 157: 1-344.

Turner, B. L. 1988. Comments upon, and new combinations in, *Heliopsis* (Asteraceae, Heliantheae). Phytologia 64: 337-340.

Wu, L., J. Bae, G. Kraus y E. S. Wurtele. 2004. Diacetylenic isobutylamides of *Echinacea*: synthesis and natural distribution. Phytochemistry 65: 2477-2484.

Recibido en enero 2011.

Aceptado en mayo de 2011.



Acta Botanica Mexicana 97: 49-56 (2011)

NEW COMBINATIONS IN ORCHIDACEAE OF MEXICO

Rodolfo Solano[1,4], Gerardo A. Salazar[2] & Rolando Jiménez[3]

[1]Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Hornos 1003, 71230 Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, Mexico.
[2]Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Ciudad Universitaria, Apdo. postal 70-367, 04510 México, D.F, Mexico.
[3]Herbario AMO, Montañas Calizas 490, Lomas de Chapultepec, 11000 México, D.F, México.
[4]Corresponding author: solanogo@yahoo.com.mx

ABSTRACT

New combinations are proposed here for 26 species and one variety belonging to 13 genera of Mexican Orchidaceae. These combinations are required to comply with current taxonomic concepts and ongoing revisionary treatment of the orchids of Mexico. The collector and number of the type specimen for the recently described *Acianthera sotoana* are corrected.

Key words: Mexico, new combinations, orchids, taxonomy.

RESUMEN

Se proponen aquí nuevas combinaciones para 26 especies y una variedad pertenecientes a 13 géneros de Orchidaceae mexicanas. Estas combinaciones son necesarias para concordar con conceptos taxonómicos actuales y estudios de revisión en curso de las orquídeas de México. Se corrige el colector y el número del espécimen tipo para la recientemente descrita *Acianthera sotoana*.

Palabras clave: México, nuevas combinaciones, orquídeas, taxonomía.

In the book "Orchids of Mexico" (Hágsater et al., 2005) and the digital catalogue with the same name (Soto Arenas et al., 2007a), several unpublished names were used, which derived from systematic studies in course. Some of those names refer to new species but others represent new combinations. Although some of them were subsequently published (Salazar & de Santiago, 2007; Solano & Salazar, 2007; Soto Arenas et al., 2007b; Hágsater & Soto Arenas, 2008; Hágsater & Sánchez-Saldaña, 2008; Solano, 2010; Soto Arenas & Dressler, 2010), others have not yet been validated. Here we propose new combinations for 26 species and one variety belonging to the genera *Acianthera* Scheidw., *Aulosepalum* Garay, *Camaridium* Lindl., *Christensonella* Szlach. et al., *Cuitlauzina* Lex., *Funkiella* Schltr., *Maxillariella* M. A. Blanco & Carnevali, *Platanthera* Rich., *Prosthechea* Knowles & Westc., *Schiedeella* Schltr., *Stelis* Sw., *Tamayorkis* Szlach., and *Trichocentrum* Poepp. & Endl. The generic classifications follow, among others, Salazar et al. (2003), Salazar & Ballesteros-Barrera (2010), and Salazar et al. (unpublished data) for Spiranthinae, Chase et al. (2008) for Oncidiinae, Pridgeon et al. (2005) for Pleurothallidinae, and Blanco et al. (2007) for Maxillariinae.

Acianthera testifolia (Sw.) R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Epidendrum testifolium* Sw., Prodr. 122. 1788.

Other synonyms: *Cymbidium testifolium* (Sw.) Sw., Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal. 6: 71-72. 1799. *Pleurothallis testifolia* (Sw) Lindl., Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 3, 1(5): 328. 1858. *Humboltia testifolia* (Sw.) Kuntze, Revis. Gen. Pl. 2: 668. 1891. *Cryptophoranthus pectinatus* Schltr., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih. 19: 277. 1923. *Pleurothallis helleriana* L. O. Williams, Fieldiana, Bot. 31(2): 42. 1964 (avowed substitute for *Cryptophoranthus pectinatus*, no *Pleurothallis pectinata* Lindl.). *Apoda-prorepentia testifolia* (Sw.) Luer, Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 95: 255. 2004.

Aulosepalum riodelayense (Burns-Bal.) Salazar, comb. nov.

Basionym: *Deiregyne riodelayensis* Burns-Bal., Orquídea (Mexico City), n.s., 11: 151-152, figs. 42-45. 1988.

Other synonyms: *Kionophyton riodelayensis* (Burns-Bal.) Catling, Lindleyana 4: 186. 1989. *Gracielanthus riodelayensis* (Burns-Bal.) R. González & Szlach., Fragm. Florist. Geobot. 41. 763-765, fig. 2. 1995.

Camaridium chimalapanum (Soto Arenas & Salazar) R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Maxillaria chimalapana* Soto Arenas & Salazar, Icon. Orchid. (Mexico) 10: 1046. 2008.

Christensonella macleei (Bateman ex Lindl.) R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Maxillaria macleei* Bateman ex Lindl., Edward's Bot. Reg. 26: misc. 70. 1840. Other synonyms: *Maxillaria striatella* Kraenzl., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 24: 359. 1928. *Maxillaria stenostele* Schltr., Beih. Bot. Centralbl. 36(2): 414. 1918.

Cuitlauzina dubia (S. Rosillo) E. Yáñez & Soto Arenas ex R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Osmoglossum dubium* S. Rosillo, Orquídea (Mexico City), n.s., 9(1): 85-87. 1983.

Funkiella laxispica (Catling) Salazar & Soto Arenas, comb. nov.

Basionym: *Beloglottis laxispica* Catling, Rhodora 9: 13-15. 1987.

Funkiella markowskiana (Szlach.) Salazar & Soto Arenas, comb. nov.

Basionym: *Galeottiella markowskiana* Szlach., Fragm. Florist. Geobot. 35(1-2): 61, figs. 1, 2E. 1991.

Other synonyms: *Microthelys markowskiana* (Szlach.) Szlach., Fragm. Florist. Geobot. 41(2): 853. 1996. *Brachystele markowskiana* (Szlach.) Espejo & López-Ferrari, Phytologia 82(2): 79. 1997.

Funkiella minutiflora (A. Rich. & Galeotti) Salazar & Soto Arenas, comb. nov.

Basionym: *Spiranthes minutiflora* A. Rich. & Galeotti, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 3, 3: 32. 1845.

Other synonyms: *Mesadenus minutiflorus* (A. Rich. & Galeotti) Schltr., Beih. Bot. Centralbl. 37(2, Heft 3): 368-369. 1920. *Microthelys minutiflor*a (A. Rich. & Galeotti) Garay, Bot. Mus. Leafl. 28(4): 337. 1982. *Brachystele minutiflora* (A. Rich. & Galeotti) Burns-Bal., Orquídea (Mexico City), n.s., 10(1): 92. 1986. *Galeotiella minutiflora* (A. Rich. & Galeotti) Szlach., Fragm. Florist. Geobot. 35(1-2): 63. 1991. *Galeotiella hintoniorum* Todzia, Brittonia 46(6): 332. 1994. *Brachystele hintoniorum* (Todzia) Espejo & López-Ferrari, Phytologia 82(2): 79. 1997. *Microthelys hintoniorum* (Todzia) Szlach., Rutk. & Mytnik, Ann. Bot. Fenn. 41(6): 476. 2004.

Funkiella nutantiflora (Schltr.) Salazar & Soto Arenas, comb. nov.

Basionym: *Spiranthes nutantiflora* Schltr., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 2(22): 131. 1906.

Other synonyms: *Cyclopogon nutantiflorum* (Schltr.) Schltr., Beih. Bot. Centralbl. 37(2): 392.1920. *Microthelys nutantiflora* (Schltr.) Garay, Bot. Mus. Leafl.

28(4): 338. 1980(1982). *Galeottiella nutantiflora* (Schltr.) Szlach., Fragm. Florist. Geobot. 35(1-2): 63. 1991.

Funkiella parasitica (A. Rich. & Galeotti), Salazar & Soto Arenas, comb. nov.

Basionym: *Spiranthes parasitica* A. Rich. & Galeotti, Ann. Sci. Nat. Bot. ser. 3. 3: 32. 1845.

Other synonyms: *Schiedeella parasitica* (A. Rich. & Galeotti) Schltr., Beih. Bot. Centralbl. 37(2, Heft 3): 381. 1920 (as "*paratica*"). *Schiedeella faucisanguinea* (Dod) Burns-Bal., Orchidee (Hamburg) 40(5): 171. 1989. *Schiedeella llaveana* (Lindl.) Schltr. var. *parasitica* (A. Rich. & Galeotti) Szlach., Fragm. Florist. Geobot. 36(1): 14. 1991. *Spiranthes faucisanguinea* Dod, Moscosoa 1(3): 60-62, fig. 8. 1978 (as "*fauci-sanguinea*"). *Schiedeella arizonica* P.M. Br., N. Amer. Native Orchid J. 6: 4-14, f. 1-2. 2000. *Schiedeella arizonica* P.M. Br. forma *virescens* P.M. Br., McAllen Int. Orchid Soc. J. 7: 10. 2006.

Funkiella porphyricola (Schltr.) Salazar & Soto Arenas, comb. nov.

Basionym: *Spiranthes porphyricola* Schltr., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 3: 18-19. 1906.

Funkiella rubrocallosa (B. L. Rob. & Greenm.) Salazar & Soto Arenas, comb. nov.

Basionym: *Spiranthes rubrocallosa* B. L. Rob. & Greenm., Amer. J. Sci. ser. 3. 1: 165-166. 1895 (as "*rubrocalosa*").

Other synonyms: *Microthelys rubrocallosa* (B. L. Rob. & Greenm.) Garay, Bot. Mus. Leafl. 28(4): 338. 1982. *Schiedeella rubrocallosa* (B. L. Rob. & Greenm.) Burns-Bal., Orquídea (Mexico City), n.s., 8(1): 39. 1981 (as "*rubrocalosa*"). *Galeottiella rubrocallosa* (B. L. Rob. & Greenm.) Szlach., Fragm. Florist. Geobot. 35(1-2): 64. 1991 (as "*rubrocalosa*").

Funkiella valerioi (Ames & C.Schweinf.) Salazar & Soto Arenas, comb. nov.

Basionym: *Spiranthes valeroi* Ames & C. Schweinf., Sched. Orch. 10: 8-9. 1930. Other synonyms: *Spiranthes parasitica* A. Rich. & Galeotti var. *valerioi* (Ames & C. Schweinf.) L.O. Williams, Ceiba 1: 186. 1950. *Schiedeella valerioi* (Ames & C. Schweinf.) Szlach. & Sheviak, Rhodora 92(896): 16. 1990.

Maxillariella variabilis (Bateman ex Lindl.) M.A. Blanco var. *unipunctata* (Lindl.) R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Maxillaria variabilis* Bateman ex Lindl. var. *unipunctata* Lindl., Edward's Bot. Reg. 24 misc. 23. 1838.

Platanthera propinqua (A. Rich. & Galeotti) Salazar & Soto Arenas, comb. nov.
Basionym: *Gymnadenia propinqua* A. Rich. & Galeotti, Ann. Sci. Nat. Bot. ser. 3, 3: 30. 1845.

Prosthechea karwinskii (Mart.) Soto Arenas & Salazar, comb. nov.
Basionym: *Cattleya karwinskii* Mart., Ausw. Merkw. Pfl. 14: t. 10. 1830.
Other synonyms: *Euchile karwinskii* (Mart.) Christenson, Richardiana 11(2): 77. 2011.

Schiedeella affinis (C. Schweinf.) Salazar, comb. nov.
Basionym: *Spiranthes affinis* C. Schweinf., Bot. Mus. Leafl. 4(7): 101-103. 1937.
Other synonyms: *Brachystele affinis* (C. Schweinf.) Burns-Bal. & R. González, Amer. J. Bot. 69(7): 1123. 1982. *Mesadenus affinis* (C. Schweinf.) Garay, Bot. Mus. Leafl. 28: 336. 1982. *Brachystele luzmariana* Szlach. & R. González, Bol. Inst. Bot. (Univ. Guadalajara) 5(1-3): 390, figs. 1998. *Brachystele tamayoana* Szlach., Rutk. & Mytnik, Ann. Bot. Fenn. 41(6): 472-473, fig. 1. 2004.

Stelis sanguinolenta (Garay & W. Kittr.) R. Solano, comb. nov.
Basionym: *Pleurothallis sanguinolenta* Garay & W. Kittr., Fl. Novo-Galiciana 16: 273-276, figs. 83, 84. 1985.

Tamayorkis porphyrea (Ridl.) Salazar & Soto Arenas, comb. nov.
Basionym: *Microstylis porphyrea* Ridl., J. Linn. Soc., Bot. 24: 320-321. 1888.
Other synonyms: *Malaxis porphyrea* (Ridl.) Kuntze, Revis. Gen. Pl. 2: 673. 1891. *Achroanthes purpurea* Greene, Pittonia 2: 184. 1891. *Achroanthes porphyrea* (Ridl.) Wooton & Standl., Contr. U.S. Natl. Herb. 16(4): 116. 1913. *Microstylis purpurea* S. Watson, Proc. Amer. Acad. Arts 18: 195. 1883 (not *Microstylis purpurea* Lindl. 1830).

Trichocentrum biorbiculare (Balam & Cetzal) R. Jiménez & R. Solano, comb. nov.
Basionym: *Cohniella biorbicularis* Balam & Cetzal, Brittonia 62(2): 162-163, fig. 2A-G. 2010.

Trichocentrum brachyphyllum (Lindl.) R. Jiménez, comb. nov.
Basionym: *Oncidium brachyphyllum* Lindl., Edwards's Bot. Reg. 28: sub t. 4. 1842.

Other synonyms: *Cohniella brachyphylla* (Lindl.) Cetzal & Carnevali, Brittonia 62(2): 163, fig. 3A-D, H. 2010.

Trichocentrum leptotifolium (Cetzal & Carnevali) R. Jiménez & R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Cohniella leptotifolia* Cetzal & Carnevali, J. Torrey Bot. Soc. 137(2-3): 198-201, fig. 6. 2010.

Trichocentrum longifolium (Lindl.) R. Jiménez, comb. nov.

Basionym: *Oncidium longifolium* Lindl., Edwards's Bot. Reg. 27: misc. 22-23. 1841.

Other synonyms: *Cohniella longifolia* (Lindl.) Cetzal & Carnevali, Britonia 62: 169. 2010.

Trichocentrum nataliae (Balam & Carnevali) R. Jiménez & R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Lophiaris nataliae* Balam & Carnevali, Lankesteriana 9(3): 522-524, fig. 1. 2010.

Trichocentrum pendulum (Carnevali & Cetzal) R. Jiménez & R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Cohniella pendula* Carnevali & Cetzal, Brittonia 62: 172-173, fig. 2H-O. 2010.

Trichocentrum sierracaracolense (Cetzal & Balam) R. Jiménez & R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Lophiaris sierracaracolensis* Cetzal & Balam, Novon 18(1): 12-15, fig. 1C. 2008.

Trichocentrum yucatanense (Cetzal & Carnevali) R. Jiménez & R. Solano, comb. nov.

Basionym: *Cohniella yucatanensis* Cetzal & Carnevali, J. Torrey Bot. Soc. 137(2-3): 206-210, fig. 9. 2010.

In the original description of *Acianthera sotoana* R. Solano (Solano, 2010) there was a mistake in indicating the collector and collection number of the type specimen as *O. Suarez 566*, the correct data are *O. Suárez sub E. Hágsater 5536*. The correct type citation is as follows:

Acianthera sotoana R. Solano, Lakesteriana 9(3): 447-450, fig. 1. 2010. TYPE: MEXICO: Oaxaca: Municipio Totontepec Villa de Morelos, Cañón del Río Toro, sobre el banco del río, 1800 m ele., collected September 1977, press 23 July 1983, *O. Suárez sub E. Hágsater 5536* (holotype AMO, isotype AMO).

LITERATURE CITED

Blanco, M. A., G. Carnevali, W. M. Whitten, R. B. Singer, S. Koehler, N. H. Williams, I. Ojeda, K. M. Neubig & L. Endara. 2007. Generic realignments in Maxillariinae (Orchidaceae). Lankesteriana 7: 515-537.

Chase, M. W., N. H. Williams, K. M. Neubig & W. M. Whitten. 2008. Taxonomic transfers in Oncidiinae to accord with Genera Orchidacearum. Vol. 5. Lindleyana 21: 20-31.

Hágsater, E., M. A. Soto Arenas, G. A. Salazar, R. Jiménez, M. A. López-Rosas & R. L. Dressler. 2005. Orchids of Mexico. Instituto Chinoin. Mexico City. 304 pp.

Hágsater, E. & M. A. Soto Arenas (eds.). 2008. Icones Orchidacearum Fascicle 10: Orchids of México Part 4. Herbario AMO. Mexico City. 100 pl.

Hágsater, E. & L. Sánchez-Saldaña (eds.). 2008. Icones Orchidacearum Fascicle 11: the Genus *Epidendrum* Part 7. Herbario AMO. Mexico City. 100 pl.

Pridgeon, A. M., P. J. Cribb, M. W. Chase & F. N. Rasmussen (eds.). 2005. Genera Orchidacearum. Epidendroideae (part one). Vol 4. Oxford University Press. Oxford. 672 pp.

Salazar, G. A. & R. de Santiago. 2007. A new species of *Malaxis* (Orchidaceae) from Guerrero, Mexico. Brittonia 59(3): 238-242.

Salazar, G. A. & C. Ballesteros-Barrera. 2010. *Sotoa*, a new genus of Spiranthinae (Orchidaceae) from Mexico and the southern United States. Lankesteriana 9: 491-504.

Salazar, G. A., M. W. Chase, M. A. Soto Arenas & M. Ingrouille. 2003. Phylogenetics of Cranichideae with emphasis on Spiranthinae (Orchidaceae, Orchidoideae): evidence from plastid and nuclear DNA sequences. Am. J. Bot. 90: 777-795.

Solano, R. & G. A. Salazar. 2007. A new species of *Stelis* (Orchidaceae: Pleurothallidinae) from Guerrero, Mexico. Revista Mex. Biodivers. 78: 253-256.

Solano, R. 2010. Dos especies nuevas de Pleurothallidinae (Orchidaceae) para México. Lankesteriana 9(3): 447-454.

Soto Arenas, M. A. & R. L. Dressler. 2010. A revision of the Mexican and Central American species of *Vanilla* Plumier ex Miller with a characterization of their ITS region of the nuclear ribosomal DNA. Lankesteriana 9(3): 285-354.

Soto Arenas, M. A., E. Hágsater, G. A. Salazar, R. Jiménez, R. Solano, R. Flores & I. Ruiz. 2007a. Orchids of Mexico: digital catalogue. Instituto Chinoín. Mexico City.

Soto Arenas, M. A., G. A. Salazar & C. van den Berg. 2007b. New combinations in *Domingoa, Homalopetalum* (Orchidaceae: Laeliinae) and *Nemaconia* (Orchidaceae: Ponerinae). Neodiversity 2(1): 7-9.

Recibido en mayo de 2011.

Aceptado en agosto de 2011.

Acta Botanica Mexicana 97: 57-63 (2011)

DOS ESPECIES NUEVAS DE *PERYMENIUM* (COMPOSITAE-HELIANTHEAE) DEL CENTRO DE MÉXICO

Jerzy Rzedowski[1] y Graciela Calderón de Rzedowski

Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Apdo. postal 386,
61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.
[1]Autor para la correspondencia: jerzy.rzedowski@inecol.edu.mx

RESUMEN

Se describen como nuevos e ilustran *Perymenium ibarrarum*, del estado de México, así como *P. moctezumae* de Querétaro. La primera se asemeja y relaciona posiblemente con *P. hintonii* McVaugh. La segunda parece estar vinculada con *P. tamaulipense* B. L. Turner y con *P. sotoarenasii* Rzed. & Calderón. Ambas se conocen únicamente de la colección tipo.

Palabras clave: Compositae, México, *Perymenium*, taxonomía.

ABSTRACT

Perymenium ibarrarum and *P. moctezumae* are described as new and illustrated. The first one resembles and is possibly related to *P. hintonii* McVaugh; the second seems to be related to *P. tamaulipense* B. L. Turner and to *P. sotoarenasii* Rzed. & Calderón. Both are only known from the type collections.

Key words: Compositae, México, *Perymenium*, taxonomy.

En 1978 Fay publicó la revisión del género *Perymenium* en México y Centroamérica, en la cual reconoció la existencia de 31 especies, de las cuales 5 resultaron ser nuevas. De entonces a esta fecha se han dado a conocer 13 novedades adicionales y siguen apareciendo otras más de distribución geográfica muy limitada.

A continuación se están describiendo otras dos, del estado de México y de Querétaro.

Perymenium ibarrarum Rzed. & Calderón sp.n. Fig.1.

Frutex volubilis vel scandens; folia anguste ovata vel lanceolata, 7-11 cm longa, 2-3.6 cm lata, acuminata, sparsim serrulata vel fere integra, supra strigulosa, infra hispidula; capitula in cymis umbelliformibus disposita, pedunculis singulis 2-7 mm longis; involucrum campanulatum, graduatum, bracteis 10-15, infimis 6-7 mm longis scariosis tenuibus cum apice luteolo reflexo; flores radii 5-7, laminis oblongis 9-11 mm longis luteis; flores disci 10-12, corollis ca. 6 mm longis luteis; achenia radii discique (immatura) lineari-oblanceolata ca. 2 mm longa.

Arbusto voluble o trepador; ramillas estrigulosas con pelos de 0.2 mm o menos de largo, glabrescentes con la edad; hojas todas opuestas, peciolo de 3 a 7 mm de largo, lámina angostamente ovada a lanceolada, de 7 a 11 cm de largo, de 2 a 3.6 cm de ancho, acuminada en el ápice, cuneada a redondeada en la base, margen esparcidamente serrulado a casi entero, triplinervada, de textura membranácea, verde oscura y finamente estrigulosa en el haz, mucho más pálida, hispídula sobre las nervaduras y con numerosos puntos glandulosos en el envés; cabezuelas agrupadas en conjuntos cimosos umbeliformes terminales o ubicados en las axilas de las hojas superiores, pedúnculos de las umbelas hasta de 2.5 cm de largo, pedúnculos individuales de 2 a 7 mm de largo; involucro campanulado, sus brácteas 10 a 15, dispuestas en 2 a 3 series, las exteriores ovadas, de 3 a 4 mm de largo, gruesas y rígidas, densamente estrigulosas por fuera, las interiores oblongas, de 6 a 7 mm de largo, escariosas, delgadas, con el ápice amarillento y reflejo, pubérulas a casi glabras por fuera, receptáculo plano, páleas oblongas, de ca. 6 mm de largo, puntiagudas, glabras o casi glabras; flores liguladas 5 a 7, fértiles, sus láminas oblongas, de 9 a 11 mm de largo, amarillas, hispídulas sobre las nervaduras por fuera; flores del disco 10 a 12, sus corolas tubulosas, de ca. 6 mm de largo, de los cuales 2 mm corresponden al tubo y 1 mm a los lóbulos, amarillas, hispídulas en los lóbulos por fuera, anteras de ca. 3 mm de largo, cafés, ramas del estilo lineares, ligeramente ensanchadas, puntiagudas e hispídulas en el ápice; aquenios (inmaduros) linear-oblanceolados, de ca. 2 mm de largo, los del radio triquetros, los de las flores del disco comprimidos, de color café, hispídulos en las costillas, vilano de ca. 20 aristas delgadas de largo desigual, las más largas de 3 mm de longitud, las más cortas de 1.5 mm.

Tipo: México, Estado de México, camino a Cerro Pelón por San Juan Xoconusco, municipio de Donato Guerra. Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. 19°21'02" N y 100°14'40" O. Altitud. 2770 m. Vegetación. Bosque con elementos

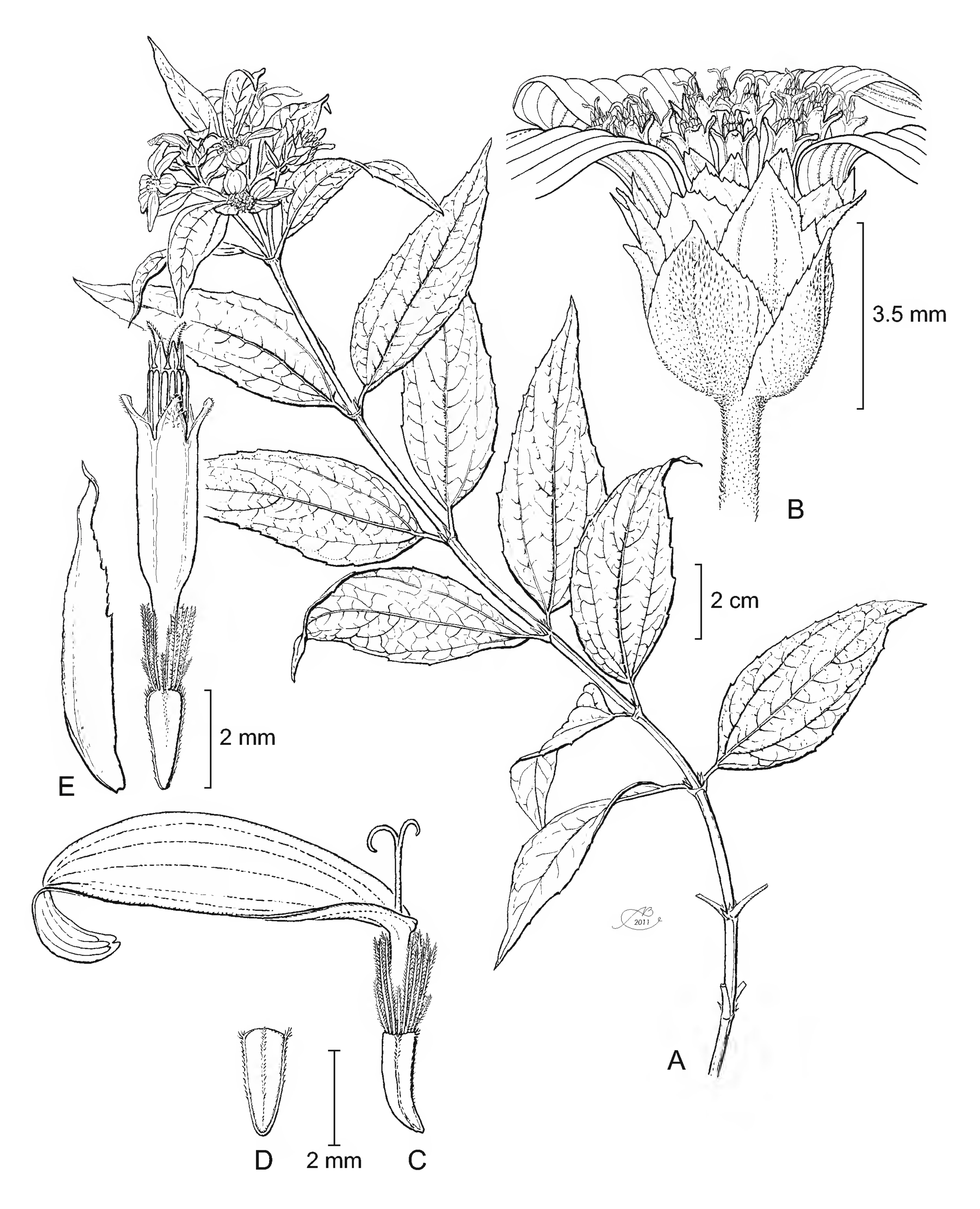


Fig. 1. *Perymenium ibarrarum* Rzed. & Calderón. A. rama con hojas y cabezuelas; B. involucro; C. flor ligulada en vista lateral; D. aquenio de la flor ligulada en vista frontal; E. flor del disco y su pálea. Ilustrado por Alfonso Barbosa.

mesófilos (*Alnus, Cupressus, Cornus* y *Styrax*). 21.XII.2006. *G. Ibarra Manríquez* (5160) y *Guadalupe Cornejo Tenorio* (IEB), isotipos por distribuirse.

La especie sólo se conoce de esta colecta y probablemente representa un estrecho endemismo.

P. ibarrarum muestra cierta semejanza con *P. hintonii* McVaugh, conocido del oeste de Michoacán y de la porción meridional del estado de México, pero difiere en su hábito voluble, en sus hojas proporcionalmente más estrechas y no ampollosas en el envés, en sus inflorescencias mucho más compactas (pedúnculos individuales hasta de 7 mm de largo, vs. 1 a 4 cm), en sus cabezuelas más pequeñas y con menos flores (radio con 5 a 7, vs. 7 a 9; disco con 10 a 12, vs. 16 a 20), en sus aquenios más chicos (ca. 2 mm, vs. 3.3 a 4.7 mm de largo), así como en sus afinidades ecológicas (alt. 2770 m, vegetación de bosque de encino y pino con elementos mesófilos, vs. alt. 750 a 950 m, vegetación de bosque tropical caducifolio).

En algunos aspectos *P. ibarrarum* es similar también a *P. berlandieri* DC., planta conocida del Valle de México, así como de sitios aledaños de Hidalgo, Morelos y Puebla, pero se separa de esa especie en sus brácteas involucrales interiores de aspecto petaloide.

El nombre de la especie se dedica a Guillermo Ibarra Manríquez y a su esposa Guadalupe Cornejo de Ibarra, botánicos mexicanos, colectores de una muestra de esta interesante novedad. Entre otras contribuciones, los Ibarra han dedicado un particular esfuerzo al conocimiento detallado de la flora de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, ubicada en los límites de Michoacán y del estado de México.

Perymenium moctezumae Rzed. & Calderón sp.n. Fig.1.

Frutex ca. 1.5 m altus; folia lanceolata vel anguste ovata 3.5-6.5 cm longa, 1.2-3 cm lata, acuminata, serrata vel serrulata, supra minute scabriuscula, infra dense hispidula; capitula in cymis paucifloribus terminalibus disposita, pedunculis usque 8 cm longis; involucrum campanulatum graduatum bracteis 12-15 apice purpureis; flores radii 5-8, laminis oblongis vel ellipticis 5-6 mm longis luteo-aurantiacis; flores disci 20-30, corollis 4-5 longis luteis; achenia radiii trapezoidea valde compressa ca. 2 mm longa fere aequilata, achenia disci anguste oblonga ca. 2 mm longa, minus quam 1 mm lata.

Arbusto de ca. 1.5 m de alto; ramillas café-rojizas, cubiertas con pubescencia escabriúscula con pelos de tamaño muy variable, de 0.0.5 a 0.5 mm de largo;

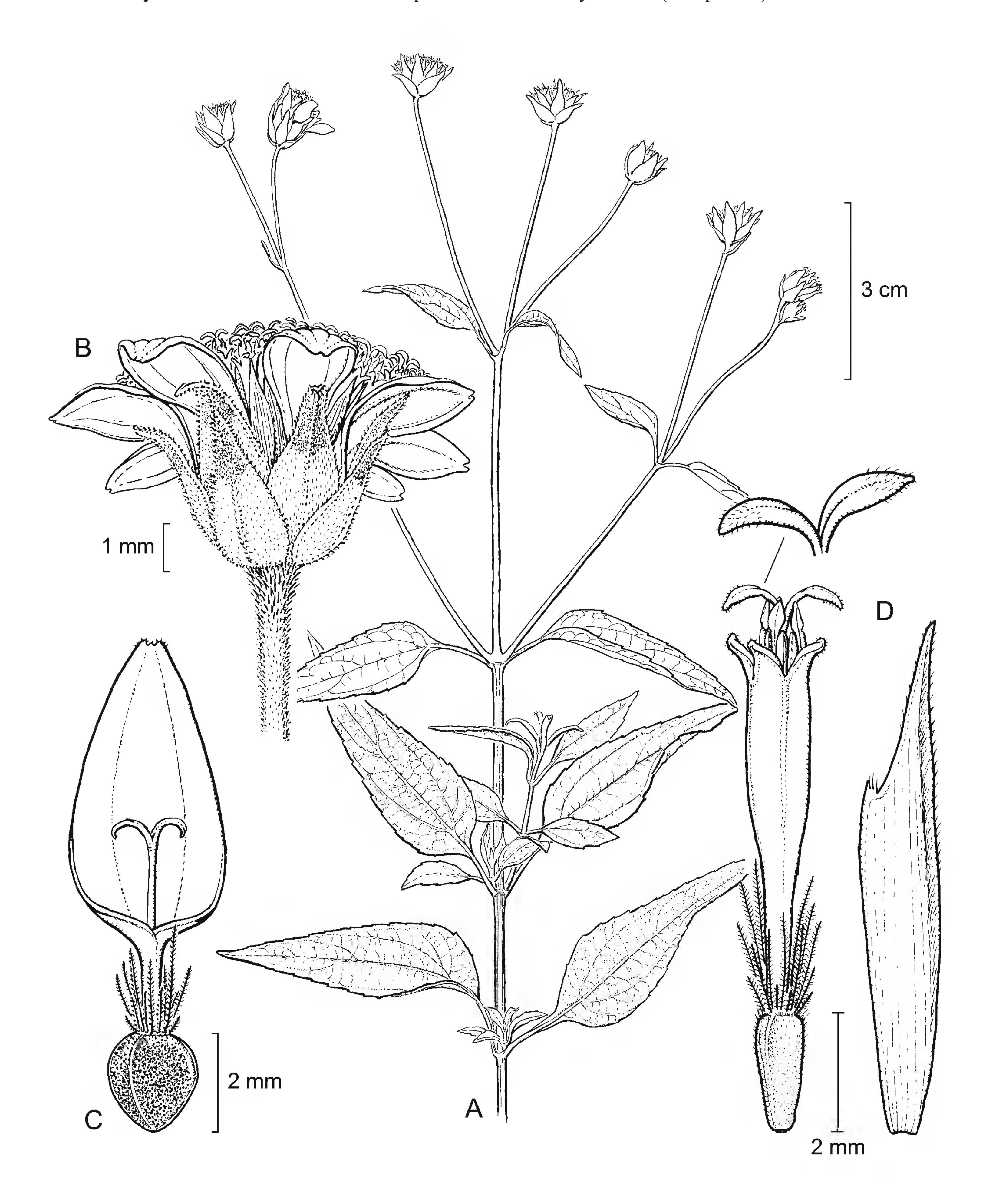


Fig. 2. *Perymenium moctezumae* Rzed. & Calderón. A. rama con hojas y cabezuelas; B. cabezuela; C. flor ligulada; D. flor del disco con su pálea y detalle de las ramas del estilo. Ilustrado por Alfonso Barbosa.

hojas opuestas, peciolo de 6 a 12 mm de largo, lámina lanceolada a estrechamente ovada, de 3.5 a 6.5 cm de largo, de 1.2 a 3 cm de ancho, acuminada en el ápice, redondeada en la base, margen serrado a serrulado, de textura cartácea, verde oscura y finamente escabriúscula en el haz, mucho más pálida y densamente hispídula en el envés; cabezuelas agrupadas por varias en conjuntos cimosos terminales, sobre pedúnculos hasta de 8 cm de largo; involucro campanulado, sus brácteas 12 a 15, dispuestas en 2 a 3 series, las exteriores (1 o 2) ovadas, de 3 a 4 mm de largo, las interiores lanceoladas, de 5 a 6(7) mm de largo, todas puntiagudas y moradas en el ápice, densamente hispídulas por fuera con pelos aplicados de ca. 0.5 mm de largo, receptáculo convexo, páleas oblongas, de 5 a 7 mm de largo, puntiagudas y moradas en el ápice, hispídulas a lo largo de la quilla y en el ápice por fuera; flores liguladas 5 a 8, fértiles, sus láminas oblongas a elípticas, de 5 a 6 mm de largo, amarillo-anaranjadas, hispídulas hacia el ápice por fuera; flores del disco 20 a 30, sus corolas tubulosas, de 4 a 5 mm de largo, amarillas y a menudo con tintes morados en la madurez, hispídulas en los lóbulos por fuera, anteras de ca. 3 mm de largo, negruzcas, aquenios de las flores liguladas trapezoidales, fuertemente comprimidos, de ca. 2 mm de largo y casi otro tanto de ancho, negruzcos, hispídulos en la mitad distal, los de las flores del disco angostamente oblongos, del mismo largo pero de menos de 1 mm de ancho, vilano de 15 a 20 aristas de longitudes diversas, las más cortas de 0.3 mm de largo, las más largas de 2.5 mm, todas fácilmente caedizas.

Tipo: México, Querétaro, aprox. 3.5 km al W de Las Moras por la carretera a San Joaquín, municipio de Cadereyta, 20°52'42" N, 99°27'52" W, alt. 1260 m, ladera de rocas lutitas y calizas con matorral submontano, 18.IX.2010, *S. Zamudio, R. Galván* y *C. E. Martínez 14938* (IEB), isotipos por distribuirse.

La especie sólo se conoce de esta colecta y probablemente representa un estrecho endemismo del cañón del río Moctezuma, aunque es de esperar también su presencia en las laderas opuestas de la misma barranca, pertenecientes al estado de Hidalgo.

P. moctezumae parece estar relacionado con *P. tamaulipense* B. L. Turner, planta conocida de la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas, pero se distingue por su hábito leñoso (vs. herbáceo), por sus hojas más pequeñas (3.5 a 6.5 cm x 1.2 a 3 cm, vs. 6 a 10 cm x 3 a 5 cm), por sus brácteas involucrales puntiagudas (vs. obtusas en el ápice), por sus flores liguladas menos numerosas y más cortas (5 a 8, vs. 10 a 11; láminas de 5 a 6 mm, vs. 7 a 10 mm de largo), por sus flores del disco con los

lóbulos corolinos hispídulos, (vs. glabras), así como por sus aristas del vilano más numerosas (15 a 20, vs. 8 a 10).

La especie nueva también señala vínculos con *P. sotoarenasii* Rzed. & Calderón, conocido de porciones vecinas del estado de Querétaro, pero a su vez difiere en sus hojas más grandes (3.5 a 6.5 cm x 1.2 a 3 cm, vs. 0.8 a 3 cm x 0.5 a 1.8 cm) y con indumento diferente (hispídulas , vs. viloso-tomentosas en el envés), en sus aquenios de radio trapezoidales y de ca. 2 mm de ancho (vs. triquetros y de menos de 1 mm de ancho), así como por las aristas del vilano más numerosas (15 a 20, vs. ca. 10).

LITERATURA CITADA

Fay, J. J. 1978. Revision of *Perymenium* (Astereae-Heliantheae) in Mexico and Central America. Allertonia 1: 235-296.

Recibido en junio de 2011.

Aceptado en julio 2011.



Acta Botanica Mexicana 97: 65-81 (2011)

PHENOTYPIC VARIATION AND LEAF FLUCTUATING ASYMMETRY IN NATURAL POPULATIONS OF *PARROTIA PERSICA* (HAMAMELIDACEAE), AN ENDEMIC SPECIES FROM THE HYRCANIAN FOREST (IRAN)

Ali Sattarian[1], Mohammad Reza Akbarian[2], Mehrdad Zarafshar[3,6], Piero Bruschi[4], Payam Fayyaz[5]

[1]Gonbad-Kavoos University, Department of Forestry, Golestan, Iran.
[2, 3]Tarbiat Modares University, Natural Resources Faculty, Department of Forestry, Noor, Mazandran, Iran.
[4]University of Florence, Department of Agriculture Biotechnology, Section of Environmental and Applied Botany, Florence, Italy.
[5]University of Yasouj, Faculty of Agriculture and Institute of Natural Research and Environment, Department of Forestry, Yasouj, Iran.
[6]Corresponding author: Mehrdadzarafshar@gmail.com

ABSTRACT

Phenotypic variation in four natural populations of *Parrotia persica* (Hamamelidaceae), a species considered a living fossil endemic to the Hyrcanian forest, was evaluated through leaf morphometric and multivariate analysis. Furthermore, plasticity and leaf fluctuating asymmetry (LFA) were studied. Our findings clearly displayed significant divergence among sites. The smallest lamina size, the highest plasticity, and the lowest LFA values were recorded in the eastern and more xeric sites (Ghorogh and Daland), thus it seems these sites endure a larger environmental stress. Although our findings showed that multivariate and leaf morphometric analyses are suitable instruments to detect levels of phenotypic variability among *P. persica* natural populations, further study of allozyme and DNA diversity is necessary.

Key words: leaf morphometrics, multivariate analysis, natural populations, plasticity.

RESUMEN

Se evaluó la variación fenotípica en cuatro poblaciones naturales de *Parrotia persica* (Hamamelidaceae), una especie endémica considerada como un fósil viviente del bosque

hircaniano, a través de un análisis morfométrico y multivariado de las hojas. Asimismo, se estudiaron la plasticidad y la asimetría foliar fluctuante (AFF). Nuestros hallazgos mostraron claramente una divergencia significativa entre sitios. El tamaño más pequeño de la lámina foliar, la plasticidad más grande y los valores más pequeños de AFF fueron registrados en los sitios más xéricos de la parte oriental (Ghorogh y Daland), por lo que parece que estos sitios están sujetos a un mayor estrés ambiental. Obtuvimos resultados interesantes, pero hace falta realizar nuevos estudios de la diversidad de aloenzimas y ADN.

Palabras clave: análisis multivariado, morfometría foliar, plasticidad, poblaciones naturales.

INTRODUCTION

Parrotia persica C. A. Mey. (Persian ironwood tree) is a biological treasure of the forest ecosystems of Northern Iran, where it is considered as one of the endemic trees to the Hyrcanian forest region. This species is the last representative of a widespread and species-rich genus that originated in the Tertiary (Mosaddegh, 2006). Unfortunately, forest managers usually overlook *P. persica* because this species does not produce valuable timber. Conversely, it is widely used by indigenous people for charcoal and firewood production. The wood is also used by wood tuners and for weaving telephone poles. Browicz (1982) noted that wood of *P. persica* was "remarkably hard, heavy, dense and durable", which is why it is called the iron tree. Although *P. persica* is not considered to be at risk of extinction, presently it faces conservation problems. Certainly, if the destructive process continues, genetic erosion of the species is likely. For this reason, it is important to collect more information about the adaptation of this species and its ability to respond to different types and patterns of disturbance.

The capability of plants to modify their morphology and physiology in response to environmental conditions is called phenotypic plasticity (Bradshaw, 1965). Phenotypic plasticity plays an important role in resource acquisition by plants; variation of the size and placement of resource-acquiring organs such as leaves are critical to a plant's adjustment to resource availability. A further source of variation and developmental stability, is the inability of an organism to grow and mature in a steady manner, according to its phenotypic potential, under a wide variety of environmental conditions (Palmer, 1994), and has been mostly studied as fluctuating asymmetry (FA). The idea is that low-quality individuals, with respect to reproductive fitness, are developmentally less stable and unable to develop traits with precisely one value equal on the left and right sides. According to Møller & Swaddle (1997), increase in the variability of cellular growth rates under sub-optimal conditions is a source

of developmental instability and it might induce asymmetric growth in plant organs with bilateral symmetry. Hence, any deviation from the genetically programmed phenotype may indicate the existence of stress during development, which in turn may be related to environmental quality (Leary & Allendorf, 1989). For example, increased FA has been observed both in animals and plants in response to pollution, parasitism, grazing, competition, and drought (Freeman et al., 1995; Kozlov et al., 1996; Alados et al., 2003; Hódar, 2002, Graham et al., 2010).

The central objective of this study was to analyze patterns of morphological diversity and trait asymmetry in four wild populations of *P. persica*, chosen to cover a wide enough rainfall range to admit predictions of shifts in relative growth optima. Topography and climate features have an important influence on plant diversity and richness of Iran. In particular, drought coinciding with the thermal maximum is a general factor that plays a decisive role in the selection of species that make up the natural vegetation in the Hyrcanian forest (Akhani et al., 2010). A first test was performed to verify whether there were significant morphological differences among the populations and whether these were related to environmental characteristics. Secondly, we examined if there were significant differences in levels of FA among populations. Our expectation was for increasing FA away from an optimum especially at higher drought levels.

MATERIALS AND METHODS

Sampling

We sampled four natural populations of *Parrotia persica* in the Hyrcanian Forest (Northern Iran), including the Sisangan and Noor populations in the western Hyrcanian forest, and Ghorogh and Daland populations in its eastern portion. The geographical location of the sampling sites and their characteristics are shown in Figure 1 and Table 1, respectively. Rainfall in the region decreases from west to east (Mohajer, 2007). All four study sites have been impacted by humans, especially by tourists for fuel. On May 27 2010, we selected twenty individual trees from each site. To minimize the possibility of intraspecific crossing, at each site the trees were chosen to be at least 50 m apart from each other (Zarafshar et al., 2010). Similarly, in order to minimize positional variability, 20 leaves were collected within the crown from the external part of the canopy on the aspect facing south and always in the middle part of the first flush shoot. Ten leaves were chosen at random from each subsample after elimination of broken, incomplete, or damaged leaves.

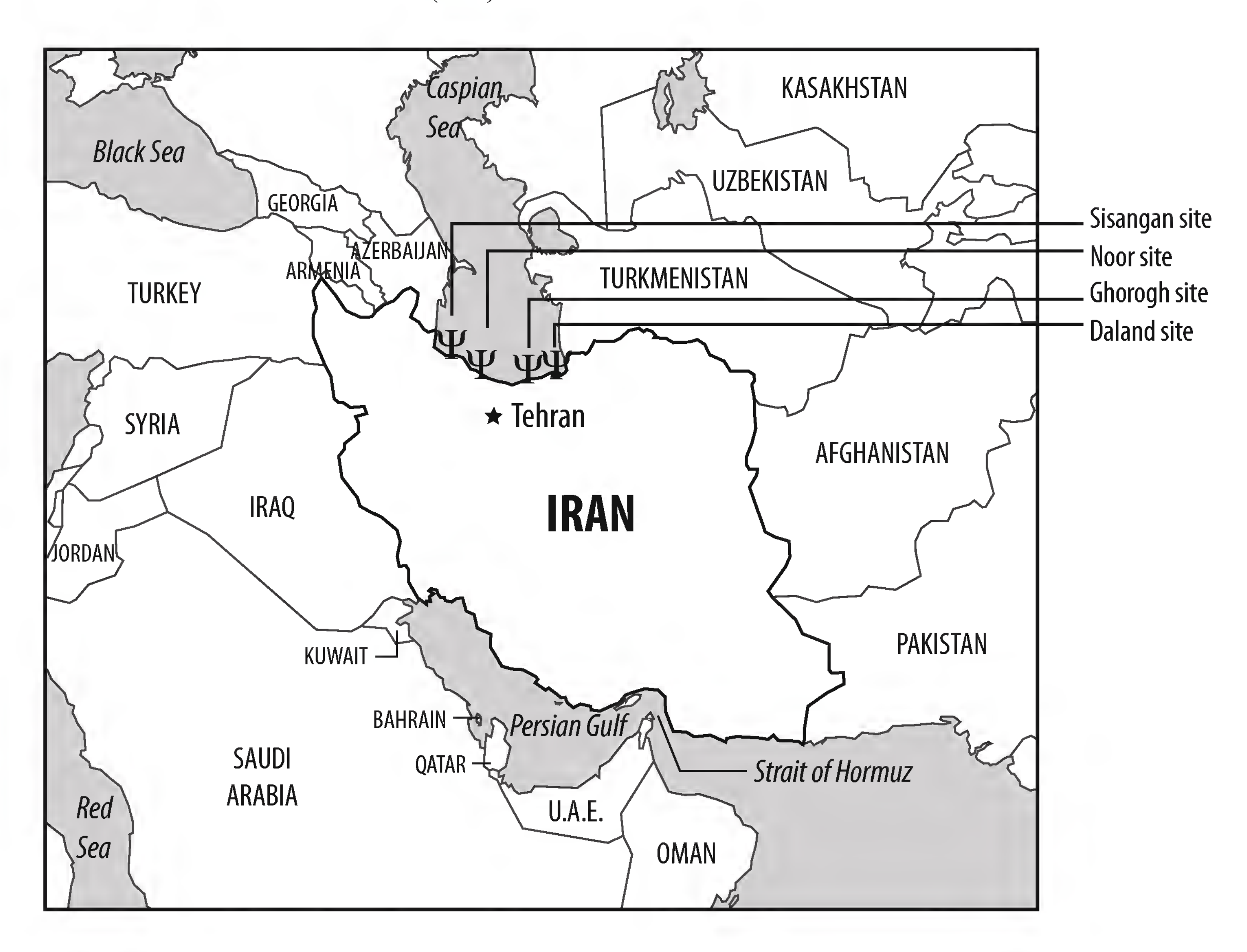


Fig. 1. Location of sampling sites in northern Iran (Hyrcanian forest). Distance between Sisangan and Noor: 40 km. Distance between Noor and Ghorogh: 250 km. Distance between Ghorogh and Daland: 80 km.

Table 1. Location and characteristics of *Parrotia persica* study sites.

Site	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Temperature (°C)	Precipitation (mm)	Soil type
Sisangan	51°30' E	36°39' N	-20.9	16.4	1293.5	Forest brown compacted
Noor	52°19'12" E	36°33'46" N	-15	16.5	850.9	Forest brown compacted
Ghorogh	54°42'14" E	36°53'16" N	139	17.8	601.0	Forest brown compacted
Daland	55°03' E	37°02'27" N	73	18.2	357.1	Forest brown compacted

Annual mean is reported for temperature and precipitation.

Morphological measurements

The parameters measured included four morphological characters: lamina length (LL), lamina width (LW), petiole length (PL), and number of veins (V) (count variable). The leaf length/leaf width (LL/LW) and leaf length/petiole length (LL/PL) ratios were calculated, because ratios relate to shape rather than size variation, and hence may provide additional information (Dickinson et al., 1987; Frampton & Ward, 1990). Fig. 2.

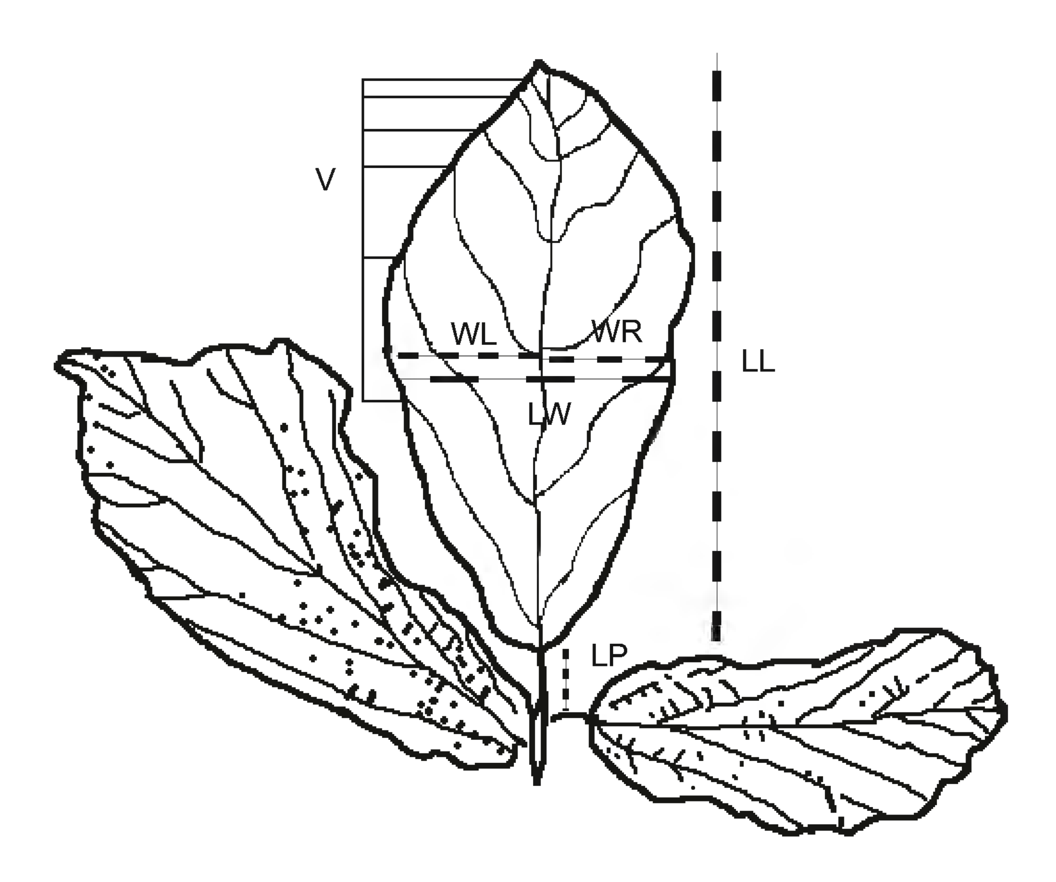


Fig. 2. Presentation of the assessed leaf morphological variables: lamina length (LL), lamina width (LW), petiole length (PL), width in left (WL), width in right (WR), number of veins (V).

Analysis

We calculated a measure of leaf overall size as the root square of the total leaf length × blade width product to correct for allometric effects (Blue & Jensen, 1988). This new variable was regressed against leaf parameters and the residuals were used as input in the successive analyses. Thus, for each character i and OTU j (Operational Taxonomic Units) size-adjusted variables Yij were determined according to the formula:

Yij adj. = Yij - Yij-cap

where Yij-cap was the expected value of Yij given the size of OTU j.

Descriptive statistics were computed for the four study populations. Assumptions of normality were checked for all variables with Shapiro-Wilk's test. Principal Components Analysis (PCA) with standardized varimax rotation was used to separate interrelationships into statistically independent basic components (Bruschi, 2010). In PCA, eigenvectors were calculated to determine the contribution of each variable to the separation of the populations. An Analysis of Variance (One-way ANOVA) was performed in order to test the main effects of populations on the scores of the first three factors extracted in the PCA. A Pearson correlation analysis was performed to identify the significant climatic variables (predictors) affecting PC scores extracted.

In addition, we performed a Discriminant Analysis on the total data set to investigate the multivariate relationships among the morphometric traits, and how they change among the populations. The scatter plot of the discriminant scores corresponding to each case of each population in the multivariate space, as defined by the first two discriminant functions, was obtained to help visualize multivariate phenotypic variations. The statistical program SPSS (version 11.5 and 16) was used for all the analyses.

Plasticity

Total within-population plasticity (Pl) was calculated for each parameter using the smallest (x) and greatest (X) mean values for any given measure, as Pl=1-(x/X) (Ashton et al., 1998; Bruschi et al., 2003).

Leaf fluctuating asymmetry

Signed fluctuating asymmetry (R-L) was estimated on the maximum width of lamina (MW). As suggested by Palmer (1994), distributions of signed asymmetries in all samples were tested for normality (Kolmogorov-Smirnov test) and a mean of zero (one-sample t-test) to detect the presence of antisymmetry and directional asymmetry. Skewness and Kurtosis were also calculated for all signed differences between sides in each of the leaf traits. Given that there was no evidence of antisymmetry (Kolmogorov–Smirnov test: $P > 0.10$) or directional asymmetry (t-test: $P = 0.12$), the observed variation in leaf size of *P. persica*, expressed as the difference between right and left side, was considered to be a measure of FA (Palmer & Strobeck, 1986). FA levels were measured as the absolute difference between sides (FA1) (Palmer, 1994). The mean for a trait in each population was calculated by summing the individual FA values and dividing the total by the number of individuals in that population (Palmer & Strobeck, 1986). Linear regressions of $|R\text{-}L|$, against the mean of

the two sides (R+L)/2, were calculated in all samples to test the linear dependency of the asymmetry on trait character size. Because some relationship between individual trait size and asymmetry was observed, we used (|R-L|/0.5 (R+L) as the FA index, controlled for trait size (Palmer & Strobeck, 1986). A One-way ANOVA was performed to test the main effects of populations on FA values.

RESULTS

Morphological measurements

Means and standard errors (SE) for studied leaf parameters in *P. persica* trees of four natural populations are shown in Table 2. The highest mean leaf size was observed at western, wetter and lower sites (Sisangan and Noor), whereas the lowest mean values were measured at the eastern, higher and drier sites (Ghorogh and Daland). Leaf length/leaf width and leaf length/petiole length ratios showed the highest values for Ghorogh and Daland. Coefficients of variation and plasticity were generally lower at the western sites (Sisangan and Noor), while higher values were measured at the eastern sites (Table 2). The Sisangan population, with higher mean annual precipitation, seems to have on average a more homogeneous morphology (CV = 17.35 % ± 5.16, and P = 0.56 ± 0.14).

Table 2. Mean (± SE), coefficient of variation (CV) and plasticity (± SE) of each variable in each population; (lamina length (LL), lamina width (LW), petiole length (PL), width in left (WL), width in right (WR), number of veins (V)).

Variable	Sisangan			Noor			Ghorogh			Daland		
	Mean	SE	CV	Mean	SE	CV	Mean	SE	CV	Mean	SE	CV
LL (cm)	**10.05**	0.1	14.14	**9.70**	0.1	14.02	**9.07**	0.1	16.49	**8.42**	0.1	15.74
LW (cm)	**6.75**	0.1	23.70	**6.65**	0.1	26.91	**5.40**	0.8	30.21	**5.32**	0.9	30.03
PL (cm)	**0.49**	0.1	15.71	**0.44**	0.1	16.69	**0.41**	0.1	16.14	**0.37**	0.1	17.15
Wr (cm)	**3.39**	0.9	17.11	**3.31**	0.7	17.57	**2.70**	0.4	18.82	**2.64**	0.4	17.87
Wl (cm)	**3.36**	0.07	17.94	**3.36**	0.08	18.81	**2.70**	0.05	20.87	**2.68**	0.05	18.64
V	**7.52**	0.1	11.99	**6.95**	0.1	13.12	**6.90**	0.09	11.57	**6.34**	0.07	10.78
LL/LW	**1.50**	0.02	12.10	**1.46**	0.02	10.53	**1.68**	0.03	11.72	**3.21**	0.03	10.90
LL/PL	**21.45**	0.86	26.10	**23.03**	1.03	28.13	**23.21**	0.93	30.01	**23.84**	0.97	29.22
Plasticity	**0.56**	0.14		**0.61**	0.13		**0.64**	0.10		**0.62**	0.13	

Among all leaf characters measured, the greatest plasticity was found for petiole length and LL/LP (0.76 ± 0.02 and 0.78 ± 0.02, respectively) while the lowest plasticity was observed for LL/LW (0.46 ± 0.05) (Fig 3).

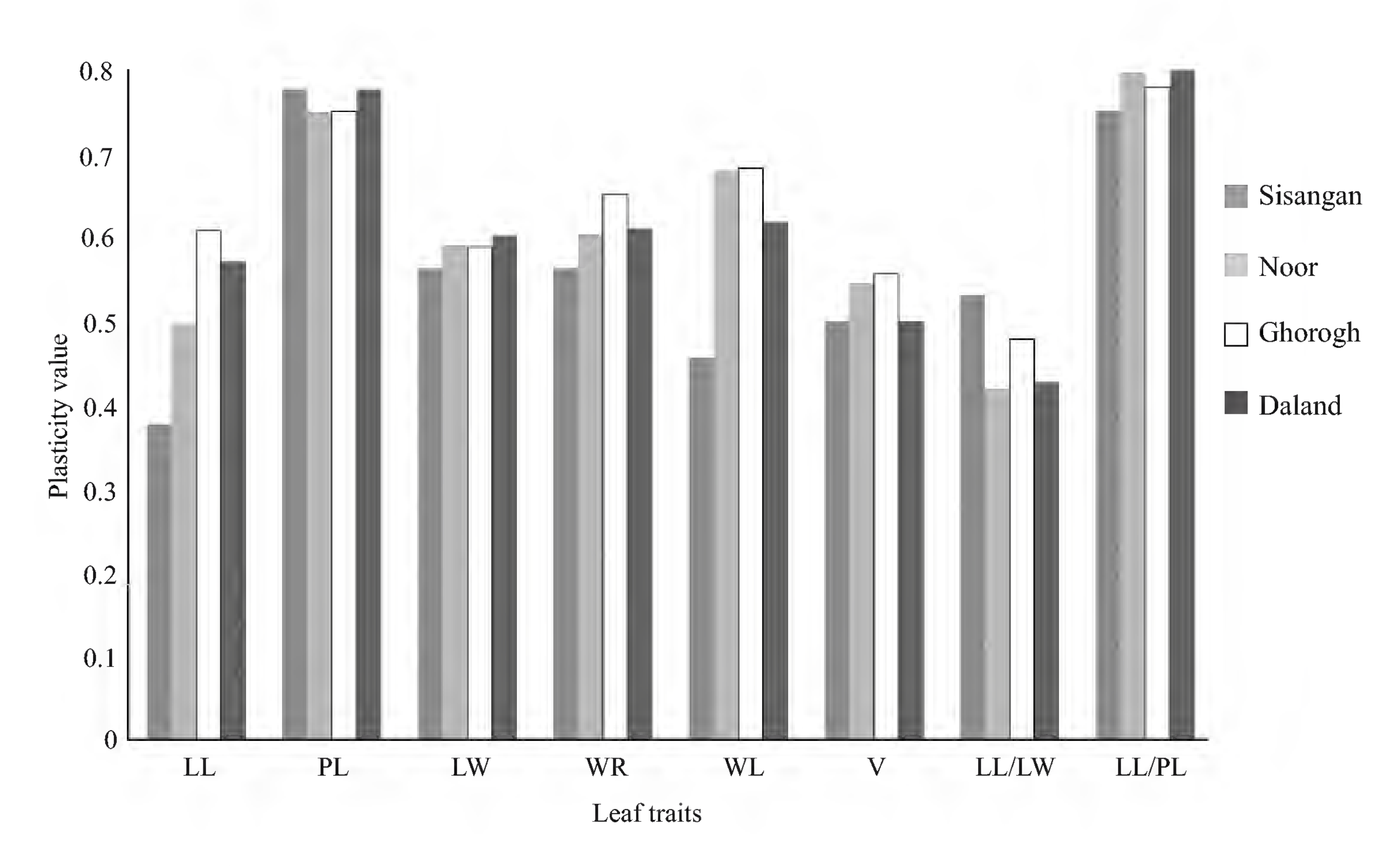


Fig. 3. Plasticity of *Parrotia persica* in the four study sites. (Lamina length (LL), lamina width (LW), petiole length (PL), width in left (WL), width in right (WR), number of veins (V)).

To find the most important traits responsible for differences between the different populations studied, a PCA was performed on all nine leaf traits. The eigenvalues, proportion of variance and cumulative proportion of the principal components are presented in Table 3. Regarding PCA, the first three principal components explained > 80% of the total variance of all traits, whereas the other components comprised a small percentage of total variation (18%). The first component explained more than 50% of the total variance and showed high eigenvector values for all leaf size traits (lamina length, lamina width, petiole length, width in right, width in left, and number of veins). PC2 was positively and highly related with leaf length/petiole length only. The number of the veins (V) trait contributed positively to PC3. Also, the LFA parameter contributed highly and positively to PC3.

An ANOVA showed that variation due to populations was significant in the first and third principal components extracted (Table 4). A post-hoc analysis (LSD

test) showed that mean factor scores of the first principal component were significantly different between Daland and all other populations (P < 0.05), and between

Table 3. Principal Components Analysis of leaf traits of *Parrotia persica* at four sites. Shown are eigenvalues, eigenvectors and percent of variation accounted by the first three PCs. (bold numbers present the highest eigenvectors).

Leaf trait	Factor 1	Factor 2	Factor 3
LL (cm)	**0.875**	0.082	0.070
LW(cm)	**0.936**	0.222	-0.070
PL(cm)	**0.573**	-0.797	0.020
Wr	**0.936**	0.203	-0.151
Wl	**0.917**	0.216	0.016
V	**0.655**	-0.025	**0.373**
LL/LW	-0.712	0.003	-0.105
LL/PL	-0.195	**0.960**	0.038
LFA	-0.209	0.029	**0.922**
Eigenvalue	4.7	1.7	1.03
Explained variance	0.52	0.19	0.11
Cumulative variance (%)	52	71	82

Table 4. One-way Analysis of Variance carried out on first and third factor extracted (these factors explained > 80% of the total variance). SS = sum of squares, MS = mean of squares, G = degrees of freedom, F = F, P = P_level.

	SS	G	MS	F	P
Factor 1					
Population	2.188	3	0.729	10.748	0.000
Error	5.156	76	0.068		
Factor 2					
Population	33.688	3	11.229	0.630	0.598
Error	1355.735	76	17.839		
Factor 3					
Population	544.765	3	181.588	55.609	0.000
Error	248.173	76	3.265		

Sisangan and Noor (P < 0.05). Moreover, leaves from Ghorogh trees were morphologically more similar to Sisangan and Noor than to Daland (Table 5). Mean factor scores of the third principal component were significantly different among all populations (P < 0.05) (Table 5). A Pearson correlation analysis indicated that all environmental variables considered (i.e. altitude, rainfall and temperature) may explain the morphological variation among studied populations. The population average score values of PC1 were positively related to altitude (R = 0.37, P < 0.05) and temperature (R = 0.59, P < 0.05), but negatively related to rainfall (R = -0.58, P < 0.05). This suggests a significant pattern of environmental variation for the morphological traits in PC1, according to which populations from higher altitudes, growing in wetter stands, have a larger leaf size.

Table 5. Post-hoc comparison based on LSD (Least Significant Differences) test. (P-value was reported).

	Sisangan	Noor	Ghorogh	Daland
Factor 1				
Sisangan		0.03	0.43	0.04
Noor	0.03		0.16	0.00
Ghorogh	0.43	0.16		0.00
Daland	0.04	0.00	0.00	
Factor 2				
Sisangan		0.04	0.00	0.00
Noor	0.04		0.00	0.00
Ghorogh	0.00	0.00		0.00
Daland	0.00	0.00	0.00	

The results of the discriminant analysis showed that first two roots (discriminant functions) had significantly associated eigenvalues (Table 6). Function 1, accounting for more than 50% of total variance, clearly separates the Dalan site from the other three (Fig. 3). Function 2, representing 20% of the total variance, separates the Ghorogh site from the remaining three (Fig. 3). The matrix of cases correctly classified by the discriminant analysis shows that only the Daland site had the highest discriminating power (100% of cases correctly classified). Contrastingly, the Noor site showed the lowest discriminating power (50% of cases

Table 6. Standardized coefficients and characteristics of the discriminant analysis for the first two discriminant functions (DF1, DF2).

Trait	DF1	DF2
LL (cm)	-2.542	-0.499
LW(cm)	1.013	-1.091
PL(cm)	0.100	0.067
Wr	1.283	1.379
Wl	0.381	1.071
V	0.101	0.331
LL/LW	2.352	0.172
LL/PL	0.137	-0.201
LFA	-0.003	0.088
Eigenvalue	156.761	1.068
Wilks' lambda	0.002	0.309
χ^2	452.128	85.199
P-level	0.000	0.000

correctly classified). Generally, results of the discriminant analysis classification showed a high percentage of correctly classified cases to all actual sites (in total 75%: Table 7).

Fluctuating asymmetry

Table 7 shows the means and SE of |R-L|, as well as the relative (R-L) and absolute (|R-L|) asymmetries for the different populations. Based on ANOVA, there were no between-population differences in *Parrotia persica* FA index (g.l. =3; F = 0.93; P = 0.42).

DISCUSSION

To date, information on the morphological variation among and within *P. persica* natural populations is scarce. Yosefzadeh et al. (2010) examined morphology of this species along an altitudinal gradient and found that leaf size variation in this species was significantly affected by altitude. However, the authors did not determine which environmental factors contributed to influence this trend. In this study,

multivariate analyses showed significant differences among sampled populations and that these differences probably reflect morphological adaptations to different climatic conditions. Indeed, both rainfall and temperature appeared to be significantly correlated with PC1, suggesting that climate variables have a significant influence on the leaf size of the populations analyzed. On the other hand, discriminant analysis revealed a structure in which the Daland population is well differentiated from more mesic sites (Table 7, Fig. 4) suggesting a morphological adaptation to different moisture conditions. Mean data values showed that leaves from the western sites (Sisangan and Noor) were bigger than those from the drier eastern sites (Ghorogh and Daland). The smallest leaf size was measured in the Daland population where the lowest mean annual precipitation and highest mean annual temperature were observed.

Our results agree with other studies showing that environmental heterogeneity is a major source of variation in leaf morphology (Geeske et al., 1994; Velázquez-Rosas et al., 2002; Mcpherson et al., 2004; Xu et al., 2009; Bruschi, 2010). However, common garden experiments are needed to determine whether morphological differences among these populations remain when individuals are reared under identical environmental conditions, and to separate genotypic from environmental effects. Differences in plasticity were found among sites. Particularly, the two more xeric sites (Ghorogh and Daland) displayed higher plasticity values than the two mesic ones (Sisangan and Noor). Among all studied characteristics, petiole length and the LL/PL ratio displayed the largest plasticity values while LL/LW showed the smallest one. Zarafshar et al. (2010) and Bruschi et al. (2003), in studying leaf morphology of natural populations of *Castanea sativa* and *Quercus petraea*, respectively, reported high plasticity for petiole length. It can be hypothesized that petiole length is strongly associated with environmental conditions and petiole length variation could play an important adaptive role by influencing the spatial distribution of leaves and therefore light interception. Differently, Yousefzadeh et al. (2010) reported the lowest plasticity value for the number of vein pairs and base angle in *Parrotia persica* along an elevational gradient.

We also evaluated Leaf Fluctuating Asymmetry because this trait has been shown to be positively associated with environmental stresses such as pollution load (Kozlov et al. 1996), high elevation (Wilsey et al. 1998), cold climate (Valkama & Kozlov 2001), and drought (Alados et al., 2001; Hódar, 2002; Fair & Breshears, 2005). The idea that environmental stress can increase FA makes it a potential tool to be used for bio-monitoring. As suggested by Palmer (1994), knowledge of baseline levels of FA in natural populations is crucial to application of FA to conservation

efforts. FA in *Quercus petraea* leaves (mean absolute FA= 0.127 cm) was within the reported range for a number of other woody species (Wilsey et al., 1998; Valkama & Kozlov, 2001; Hódar, 2002).

Table 7. The classificatory discriminant analysis of *Parrotia persica* trees from four sites of its native habitat.

	Sisangan	Noor	Ghorogh	Daland	% of correct cases
Sisangan	14	5	1	0	70
Noor	5	10	5	0	50
Ghorogh	2	2	16	0	80
Daland	0	0	0	20	100
Total	21	17	22	20	75

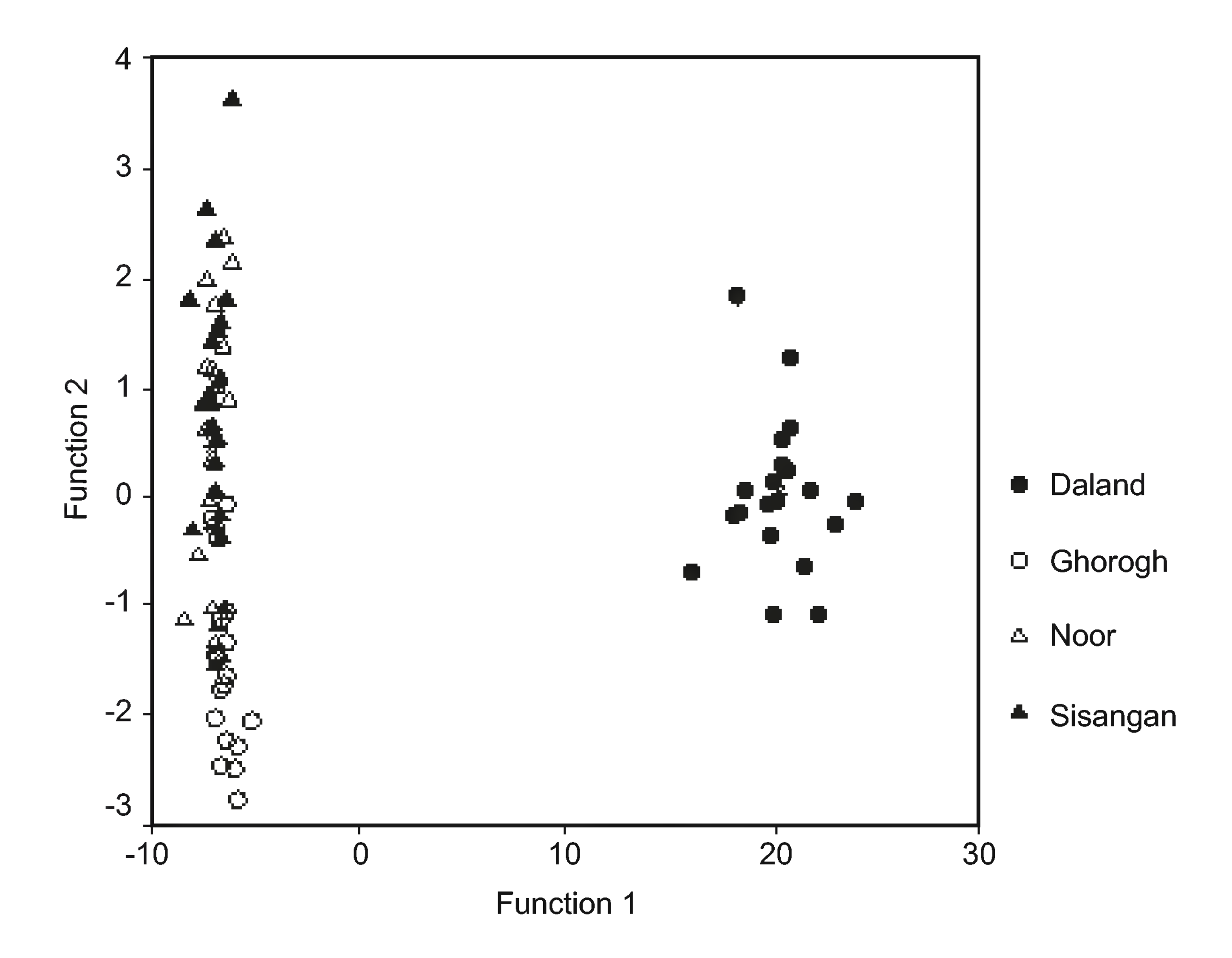


Fig. 4. Discriminant function analysis scores for leaf morphology of *Parrotia persica* from four populations in the Hyrcanian Forest.

In this study we did not find any significant difference among populations. *P. persica* seems capable of resisting environmental changes, since no effects of climatic influences were detected. Probably, physiological plasticity buffered the environmental stress conditions, allowing the maintenance of the developmental program that is exhibited under optimum or normal conditions. As shown in Table 8, leaves from wetter sites were more asymmetrical than those of drier sites. Some evidence suggests that FA does not always increase in drier environments, although this may depend on the traits and species being investigated and on the selection history experienced by different populations. For example, in a study conducted during a period of over 8 yr, Valkama & Kozlov (2001) did not find any effect of the amount of rainfall on FA of birch leaves. Llorens et al. (2002) found that drought treatment increased leaf area FA on *Vaccinium myrtillus* while it did not affect leaf width FA. An analysis of FA in *Quercus ilex* leaves from areas under different precipitation regimes (Hódar, 2002) showed that plants living in stressful sites were more symmetrical, and that leaves from non-stressful sites were prone to FA in drought years. Moreover, field conditions expose plants to several stresses, the relative roles of which on these populations are not known in this study. Clarke (1993) emphasized that, for developmental stability studies, the 'use of natural populations is fraught with danger unless there is a good understanding of the genetic structure and evolutionary history of the populations under examination'.

Table 8. One-way Analysis of LFA parameters.

Population	FA				FA ass		FA correct
	Mean	Std. error	Skewness	Kurtosis	Mean	Std. error	Mean
Sisangan	0.033	0.038	-0.207	-0.658	0.447	0.020	0.131
Noor	-0.049	0.035	0.000	-0.935	0.422	0.018	0.127
Ghorogh	0.004	0.031	0.124	-0.778	0.371	0.016	0.140
Daland	-0.036	0.027	1.458	-0.682	0.286	0.018	0.110

In conclusion, our results indicated considerable leaf variation in the sites studied. Moreover, we showed that multivariate and leaf morphometric analyses are suitable instruments to detect levels of phenotypic variability among *P. persica* natural populations.

ACKNOWLEDGMENTS

It is our duty to thank Professor John Graham (Department of Biology, Berry College, Georgia, USA) for his valuable comments on the manuscript. Also Timothy Kim (Berry College, Georgia, USA) helped us for English grammatical corrections.

LITERATURE CITED

Akhani, H., M. Djamali, A. Ghorbanalizadeh & E. Ramezani. 2010. Plant biodiversity of Hyrcanian relict forests, N Iran: an overview of the flora, vegetation, palaeoecology and conservation. Pak. J. Bot., Special Issue (S.I. Ali Festschrift) 42: 231-258.

Alados, C. L., T. Navarro, J. Escós, B. Cabezudo & J. M. Emlen. 2001. Translational and fluctuating asymmetry as tools to detect stress in stress-adapted and nonadapted plants. Int. J. Plant Sci. 162(3): 607-616.

Alados, C. L., Y. Pueyo, M. L. Giner, T. Navarro, J. Escós, F. Barroso, B. Cabezudo & J. M. Emlen. 2003. Quantitative characterization of the regressive ecological succession by fractal analysis of plant spatial patterns. Ecol. Model. 163(1-2): 1-17.

Ashton, P. M. S., L. P. Olander, G. P. Berlyn, R. Thadani & I. R. Cameron. 1998. Change in leaf structure in relation to crown position and tree size of *Betula papyrifera* within fire-origin stands of interior cedar-hemlock. Can. J. Bot. 76(7): 1189-1187.

Blue, M. P. & R. J. Jensen. 1988. Positional and seasonal variation in oak (*Quercus*: Fagaceae) leaf morphology. Am. J. Bot. 75: 939-947.

Bradshaw, A. D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. Adv. Genet. 13:115-155.

Browicz, K. 1982. Chorology of trees and shrubs in south west Asia and adjacent regions. Vol. 1. Polish Scientific Publishers. Warszawa-Poznań. 172 pp.

Bruschi, P. 2010. Geographical variation in morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. as related to drought stress. Plant Biosyst. 144(1): 298-307.

Bruschi, P., P. Grossoni & F. Bussotti. 2003. Within-and among-tree variation in leaf morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. natural populations. Trees 17(2): 164-172.

Clarke, G. M. 1993. The genetic basis of developmental stability. I. Relationships between stability, heterozygosity and genomic coadaptation. Genetica 89: 15-23.

Dickinson, T. A., W. H. Parker & R. E. Strauss. 1987. Another approach to leaf shape comparisons. Taxon 36(1): 1-20.

Fair, J. M. & D. D. Breshears. 2005. Drought stress and fluctuating asymmetry in *Quercus undulata* leaves: confounding effects of absolute and relative amounts of stress? J. Arid Environ. 62(2): 235-249.

Frampton, C. M. & J. M. Ward. 1990. The use of ratio variables in systematics. Taxon 39(4): 586-592.

Freeman D. C., J. H. Graham, D. W. Byrd, E. D. McArthur & W. A. Turner. 1995. Narrow hybrid zone between two subspecies of big sagebrush, *Artemisia tridentata* (Asteraceae). III. Developmental instability. Am. J. Bot. 82(9): 1144-1152.

Graham, J. H., S. Raz, H. Hel-Or & E. Nevo. 2010. Fluctuating asymmetry: methods, theory, and applications. Symmetry 2(2): 466-540.

Geeske, J., G. Aplet & M. P. Vitousek. 1994. Leaf morphology along environmental gradients in Hawaiian *Metrosideros polymorpha*. Biotropica 26(1): 17-22.

Hódar, J. A. 2002. Leaf fluctuating asymmetry of Holm oak in response to drought under contrasting climatic conditions. J. Arid Environ. 52(2): 233-243.

Kozlov, M. V., B. J. Wilsey, J. Koricheva & E. Haukioja. 1996. Fluctuating asymmetry of birch leaves increases under pollution impact. J. Appl. Ecol. 33(6): 1489-1495.

Leary, R. F. & F. W. Allendorf. 1989. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: implications for conservation biology. Trends Ecol. Evol. 4(7): 214-217.

Llorens, L., J. Peñuelas & B. Emmet. 2002. Developmental instability and gas exchange responses of a heathland shrub to experimental drought and warming. Int. J. Plant Sci. 163(6): 959-967.

McPherson, S., D. Eamus & B. R. Murray. 2004. Seasonal impacts on leaf attributes of several tree species growing in three diverse ecosystems of south-eastern Australia. Austr. J. Bot. 52: 293-301.

Mohajer, M. R. 2007. Silviculture. University of Tehran Press. Tehran. 387 pp.

Møller, A. P. & J. P. Swaddle. 1997. Asymmetry, developmental stability and evolution. Oxford University Press. Oxford. 291 pp.

Mosaddegh, A. 2006. Geography of world forest. University of Tehran Press. Teheran. 404 pp.

Palmer, A. R. & C. Strobeck. 1986. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17: 391-421.

Palmer, A. R. 1994. Fluctuating asymmetry analyses: a primer. In: Markow, T. A. (ed.). Developmental instability: its origins and evolutionary implications. Kluwer. Dordrecht, Netherlands. pp. 335-364.

Palmer, A. R. & C. Strobeck. 1997. Fluctuating asymmetry and developmental stability: heritability of observable variation vs. heritability of inferred cause. J. Evolution. Biol. 10(1): 39-49.

Velázquez-Rosas, N., J. Meave & S. Vázquez-Santana. 2002. Elevational variation of leaf traits in montane rain forest tree species at La Chinantla, México. Biotropica 34(4): 534-546.

Valkama, J. & M. V. Kozlov. 2001. Impact of climatic factors on the developmental stability of mountain birch growing in a contaminated area. J. Appl. Ecol. 38: 665-673.

Wilsey, B. J., E. Haukioja, J. Koricheva & M. Sulkinoja. 1998. Leaf fluctuating asymmetry increases with hybridization and elevation in tree-line birches. Ecology 79(6): 2092-2099.

Xu, F., W. Guo, W. Xu, Y. Wei & R. Wang. 2009. Leaf morphology correlates with water and light availability: what consequences for simple and compound leaves? Prog. Nat. Sci. 19(12): 1789-1798.

Yousefzadeh, H., M. Tabari, M. Akbarinia, M. R. Akbarian & F. Bussoti. 2010. Morphological plasticity of *Parrotia persica* leaves in eastern of Hyrcanain forests (Iran) is related to altitude. Nord. J. Bot. 28(3): 344-349.

Zarafshar, M., M. Akbarinia, P. Bruschi, S. M. Hosseini, H. Yousefzadeh, M. Taieby & A. Sattarian. 2010. Phenotypic variation in chestnut (*Castanea sativa* Mill.) natural populations in Hyrcanian forest (north of Iran), revealed by leaf morphometrics. Folia Oecol. 37(1): 105-113.

Recibido en octubre de 2010.

Aceptado en agosto de 2011.



Acta Botanica Mexicana 97: 83-91 (2011)

UNA NUEVA ESPECIE DE *MAMMILLARIA* (CACTACEAE) PARA TAMAULIPAS, MÉXICO

José Guadalupe Martínez-Ávalos[1,5], Jordan Golubov[2], Salvador Arias[3] y José Ángel Villarreal-Quintanilla[4]

[1]Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología Aplicada, División del Golfo 356, Colonia Libertad, 87019 Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
[2]Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Departamento El Hombre y su Ambiente, Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, 04960 Coyoacán, México, D.F., México.
[3]Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Jardín Botánico, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, 04510 México D.F., México.
[4]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica, Antonio Narro 1923, Buenavista 25315 Saltillo, Coahuila, México.
[5]Autor para la correspondencia: jmartin@uat.edu.mx

RESUMEN

Se propone a *Mammillaria cielensis* (Cactaceae), como una especie nueva de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC) en Tamaulipas, México. Es morfológicamente muy similar a *M. zublerae* Repp., de la cual difiere en el tamaño del tallo, la forma redondeada del ápice, los tubérculos de menor tamaño y glabros, aréolas con lana blanca, las espinas radiales y centrales más numerosas y ligeramente más cortas, frutos de diferente color y tamaño, la semilla de mayor tamaño, con testa porosa y el hilo de mayores dimensiones. Su distribución conocida se restringe al bosque de pino encino en el área de la RBC, al sur del estado de Tamaulipas, México. Se presenta una comparación con las especies afines.

Palabras clave: Cactaceae, *Mammillaria*, México, Tamaulipas, taxonomía.

ABSTRACT

Mammillaria cielensis (Cactaceae), a new species of Cactaceae from "El Cielo" Biosphere Reserve (RBC) in Tamaulipas, Mexico, is described and illustrated. The new

species is similar to *M. zublerae* Repp., differing from this species in the size of the stem, the rounded form of the apex, the smaller tubercles, the areoles with white wool, the more numerous and somewhat shorter radial and central spines, the colour and size of the fruits, the shinier and larger seeds, with heavily pitted and slightly reticulate testa, and larger hilum. Its known distribution is restricted to pine oak forest in the RBC, in the southern part of the state of Tamaulipas, Mexico. A comparison with related species is presented.

Key words: Cactaceae, *Mammillaria*, Mexico, Tamaulipas, taxonomy.

Los géneros *Opuntia* y *Mammillaria* son de los más diversos a nivel de especie en la familia Cactaceae (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991; Butterworth y Wallace, 2004; Guzmán et al., 2003; Lüthy, 1995; 2001; Pilbeam, 1999), especialmente en México que es el centro de diversificación de ambos. Se realizaron numerosas colectas de este grupo de plantas durante 1995 para estimar la diversidad de la familia en los diferentes ambientes de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" en el estado de Tamaulipas, México (Martínez-Ávalos et al., 1996). Durante los recorridos se encontraron varios sitios donde existe, al parecer, una especie aún desconocida de *Mammillaria* asociada al subgénero *Mammillaria*, serie *Proliferae* D.R. Hunt. En particular se trata de un taxon fuertemente relacionado con *M. zublerae* Repp.

M. cielensis se compara con *M. zublerae*, tomando en cuenta la descripción original de este taxon hecha por Reppenhagen (1991-1992), así como la incluida en las revisiones del género realizadas por Hunt et al. (2006) y Lüthy (1995, 2001). Se coteja además con *M. picta* Meinsh, *M. vetula* Mart. y *M. prolifera* (Mill.) Haw, dada la afinidad morfológica y filogenética que muestra con este grupo de plantas (Hunt, 1997; Reppenhagen, 1991-1992; Butterworth y Wallace, 2004).

Mammillaria cielensis Martínez-Ávalos, J. Golubov, S. Arias et Villarreal, sp. nov. (Fig. 1).

Planta simplex vel caespitosa, spinis albis, tuberculis sine trichomatibus, floribus flavis, seminibus ellipticis cum testa valde foveolata, leviter reticulata, nigris, nitentissimis, hilo magno, ventrali vel sub-basali.

Planta simple a muy cespitosa y formando grupos numerosos, rupícola; tallo globoso a oviforme, de 24-38 mm de altura (longitud) y 35-37 mm de ancho (diámetro), cubierto por espinas, ápice redondeado; tubérculos cilíndricos, de 6-8 mm de

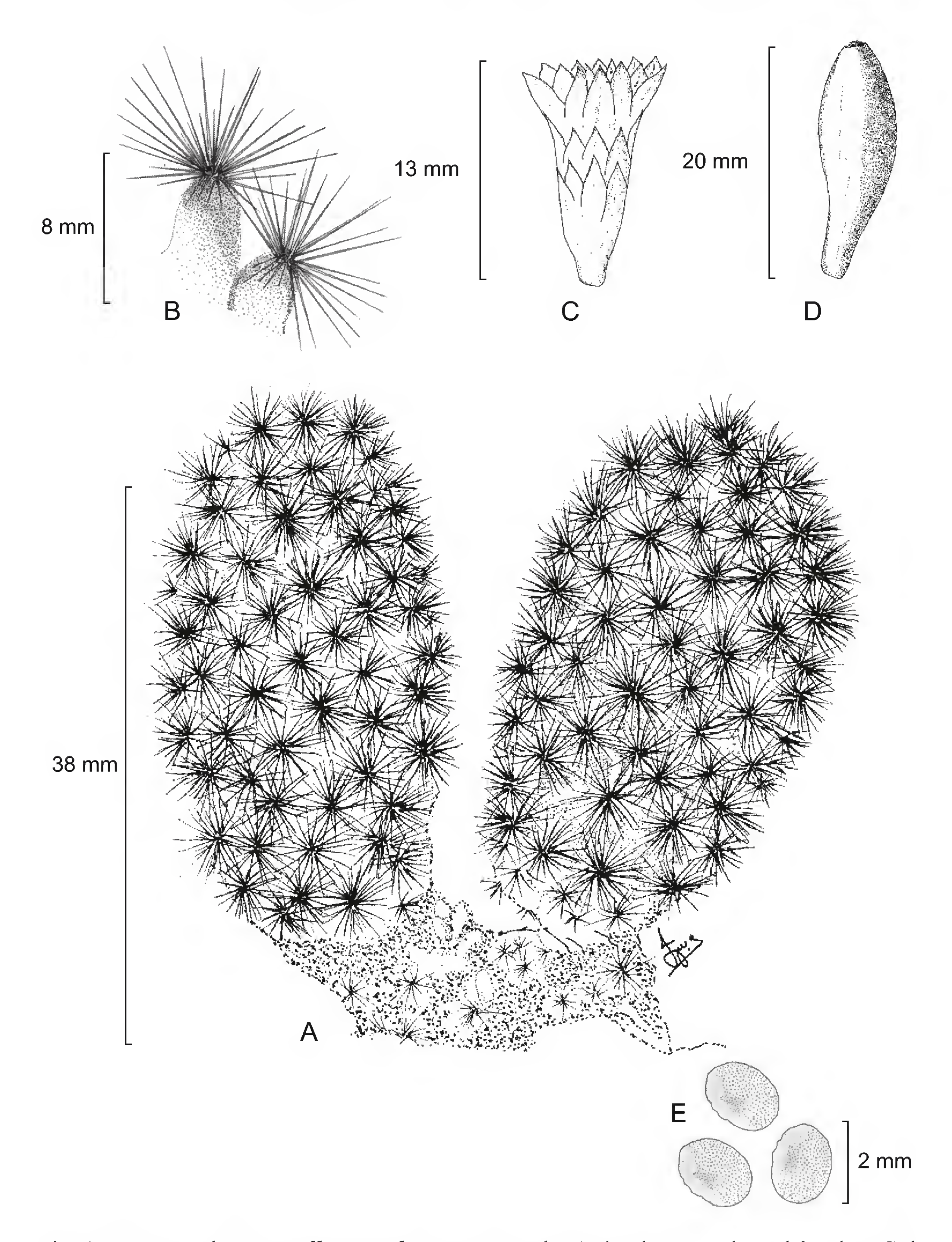


Fig. 1. Esquema de *Mammillaria cielensis* mostrando: A. la planta; B. los tubérculos; C. la flor; D. el fruto y E. las semillas (Ilustración de José Guadalupe Martínez Ávalos).

largo (longitud) y de 4-4.5 mm de ancho, erectos, con jugo acuoso, verdes oscuros, sin tricomas en las axilas; aréolas circulares con lana blanca, de 1.5-2 mm de diámetro, con tricomas muy cortos y blancos; espinas radiales 25-27, de 6-7 mm de longitud, aciculares, de color blanco vítreo, flexibles, siempre cubriendo los tubérculos, espinas centrales 10-12, hasta de 7 mm de longitud, aciculares, de color similar a las radiales. Flor infundibuliforme, de 12-13 mm de largo y 10-14 mm de ancho; el perianto sin abrirse por completo, pericarpelos de 3 mm de largo y 12 de ancho, de color amarillo pálido; segmentos externos de 8 de 11 mm de largo, 2.5 mm de ancho, ápice casi redondeado, amarillos; segmentos internos 23, de 6 mm de largo y 2.5 mm de ancho, amarillos; estambres numerosos, de 5 mm de largo, de color amarillo pálido; estilo de 11 mm de largo, amarillento, los lóbulos del estigma 4-5, de 2.5 mm de largo, de color amarillento. Fruto claviforme, de 10-20 mm de largo y ca. 3.5-4 mm de ancho, rojo a rosado, con pocas semillas; éstas de forma elíptica, de ca. 2 mm de largo y 1.7 mm de ancho, testa foveolada muy hundida, ligeramente reticulada, negra brillante, hílum de 52 µm de longitud, ventral a subbasal.

Tipo: México. Tamaulipas: municipio de Jaumave, al norte de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", 1900 m s.n.m., 20 de febrero de 2001, *José G. Martínez-Ávalos 890* (Holotipo: UAT; isotipos por enviar: ANSM, MEXU, UT).

Material adicional examinado: Tamaulipas: entre los municipios de Jaumave y Llera, zona norte de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", 1840 m, 7 de abril de 2009, *José G. Martínez-Ávalos 1560* (UAT); 27 km al noroeste de Ocampo, sobre la carretera a Tula, *José G. Martínez-Ávalos 1780* (UAT); 5 km al este de Joya de Salas, municipio de Jaumave, *José G. Martínez-Ávalos 1781* (UAT); 4 km al norte del Julilo, municipio de Llera, *José G. Martínez-Ávalos*, *1782* (UAT).

Distribución y hábitat. *Mammillaria cielensis* habita en la parte norte de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", en el estado de Tamaulipas. Por lo general crece formando colonias aisladas sobre rocas metamórficas con suelos oscuros ricos en materia orgánica. La vegetación corresponde a bosques de pino-encino (Puig y Bracho, 1987) y el clima es del tipo $C(w_0)$ templado subhúmedo con lluvias en verano (Anónimo, 2001). La precipitación del mes más seco es menor de 40 mm, mientras que la invernal fluctúa entre 5 y 10.2%. La temperatura promedio para la zona se encuentra entre 18 y 20 °C y la precipitación promedio anual oscila entre los 700 y 800 mm (datos de la estación meteorológica Gómez Farías) (Anónimo, 2002). La mayoría de las poblaciones observadas crece en sitios rocosos sombreados con ex-

posición norte, ocasionalmente en lugares abiertos con poca vegetación, en altitudes que van de 1700 a 1900 m (Fig. 2).

Fenología. Florece durante los meses de enero y febrero, y es a principios de marzo cuando sus frutos regularmente empiezan a madurar.

Etimología. El nombre de la especie se propone en alusión a la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC) del Estado de Tamaulipas, México, lugar donde fue colectada por primera vez.

La planta aquí descrita se ubica en la serie *Proliferae* D.R. Hunt, con la cual comparte las siguientes características: la presencia de espinas radiales pequeñas, flexibles, aciculares y nunca uncinadas, las espinas radiales y centrales semejantes (forma, consistencia y color), casi no diferenciables, salvo por el tamaño de las centrales.

M. cielensis difiere de *M. picta, M. prolifera, M. vetula* y *M. zublerae* por mostrar espinas radiales de color blanco vítreo y centrales de color blanco, mientras que el resto de las especies tienen otro matiz. Además, varía de este conjunto de plantas por presentar un tallo globoso a oviforme de menor tamaño y una carencia de tricomas en las axilas de los tubérculos. Los frutos son de color rojo a rosado, de menor tamaño (3.5-4 mm de ancho), a diferencia de las otras que los presentan con otras tonalidades de rojo a rojo escarlata y son de mayor talla (9-25 mm y 4-10 mm). Adicionalmente, *M. cielensis* produce semillas más grandes (2 mm de largo por 1.7 mm de ancho), de forma elíptica, así como una testa foveolada muy hundida y ligeramente reticulada, además de un hílum de mayor longitud (52 µm), en comparación con las otras especies (ver Cuadro 1).

Mammillaria cielensis muestra mayor semejanza morfológica con *M. zublerae,* pero difiere de ésta por presentar un tallo globoso a oviforme con ápice redondeado y tubérculos sin tricomas en las axilas. Las espinas radiales y centrales son más numerosas, de color blanco vítreo y de forma acicular. Las semillas son elípticas, con un hílum grande de mayor tamaño (52 µm). Por su parte, *M. zublerae* presenta menos espinas radiales y centrales y éstas son ligeramente uncinadas y amarillentas. Las semillas son reniformes con un hílum pequeño (25 µm), ventral subbasal (Fig. 2). La nueva especie propuesta ocupa hábitats húmedos con vegetación de bosque de pino-encino (zona núcleo norte), a diferencia de *M. zublerae*, la cual crece en lugares más secos, en bosque de pino con asociaciones de matorral rosetófilo.

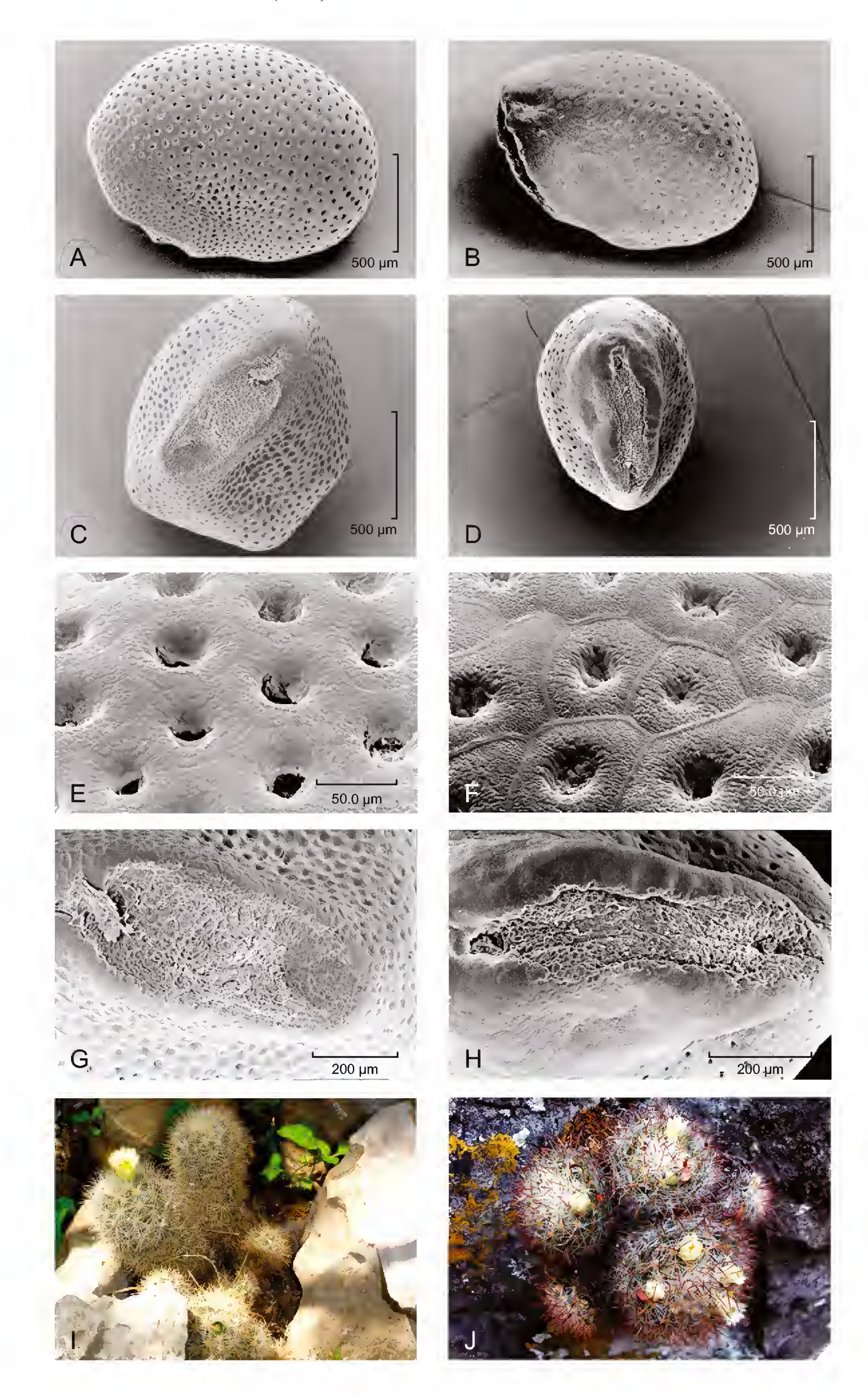


Fig. 2. Morfología de las semillas en el microscopio electrónico de barrido y fotografías de de *Mammillaria cielensis* y *M. zublerae* en sus respectivos hábitats. A, C, E, G e I *M. cielensis*; B, D, F, H y J *M. zublerae*.

Cuadro 1. Comparación morfológica entre *Mammillaria cielensis*, *M. zublerae*, *M. prolifera*, *M. picta* y *M. vetula*.

	M. cielensis	*M. zublerae*	*M. prolifera*	*M. picta*	*M. vetula*
Tallo	globoso a oviforme	cilíndrico	ovoide	ovoide	cilíndrico a claviforme
Forma del ápice	redondeado	plano	redondeado	plano a redondeado	redondeado
Longitud y ancho (mm)	24-38, 35-37	20-50, 20-45	20-60, 12-40	35-45, 40-43	30-130, 8-30
Tubérculos	sin tricomas	con tricomas	con tricomas	con tricomas	con tricomas
Longitud y ancho (mm)	6-8, 4-4.5	8-10, 6-8	4-6, 2-3	8-10, 2-3	4-5, 2.5-3
Forma	cilíndricos	obovados	cilíndricos	cilíndricos a cónicos	cónicos
Aréolas	con tricomas	con tricomas	con tricomas	sin tricomas	con tricomas
Forma	circulares	circulares	ovales a circulares	ovales a circulares	circulares a ovales
Diámetro (mm)	1.5-2	1-2	2-3	1.5-2	1.5 -2
Espinas					
Radiales	25-27	20-24	30-60	6-7	11-16
Longitud (mm)	6-7	4-7	2-10	4-5	4-5
Color	blanco vítreo	amarillento	blanco	blanco	castaño
Centrales	10-12	5-6	5-10-12	9-11	0-5
Longitud (mm)	6.5-7	5-9	6-9	10-12	8-10
Color	blanco	cristalino-amarillento	rojizo	amarillo ámbar	rojizo
Flor					
Longitud y ancho (mm)	12-13, 10-14	12-14, 14-15	14-20, 11-14	10-12, 10-11	10-12, 9-11
Forma	poco abiertas	abiertas	abiertas	abiertas	abiertas
Color	amarillo pálido	amarillo intenso	verde amarillento	blanco crema	amarillo claro
Fruto					
Forma	claviforme	obovado	claviforme	claviforme	claviforme
Longitud y ancho (mm)	10-20, 3.5-4	10-25, 4-7	9-12, 5-7	10-20, 6-8	11-12, 9-10
Color	rojo a rosado	rojo-zinc	rojo escarlata	rojo escarlata	rojo
Semillas					
Forma	elíptica	reniforme	obovada	obovada	obovada
Longitud y ancho (mm)	ca. 2, 1.7	1.6, 1.2	1, 1.1	1.5, 1.2	1.5, 1
Color	negro brillante	negro mate	negro brillante	negro brillante	negro brillante
Hílum (µm)	52	25	28	42	25
Distribución	Tamaulipas	Tamaulipas	Noreste de México y sur de Texas, USA	Tamaulipas, Nuevo León y San Lui Potosí	Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí

Se presenta a continuación una clave para diferenciar a *M. cielensis* y especies relacionadas.

A. Axilas de los tubérculos setosas.
  B. Espinas (centrales más radiales) menos de 22 .... *M. picta* Meinsh.
  BB. Espinas (centrales más radiales) más de 30.
    C. Tubérculos mayores de 8 mm de longitud y mayores de 6 mm de ancho .... *M. zublerae* Repp.
    CC. Tubérculos menores de 8 mm de longitud y menores de 6 mm de ancho.
      D. Espinas pubescentes; plantas profusamente cespitosas; tallos de 1.2-4 cm de diámetro .... *M. prolifera* (Mill.) Haw.
      DD. Espinas no pubescentes; planas simples o cespitosas, tallos de 3-7 cm de diámetro.
        E. Tallo de 4-7 cm de diámetro; espina central 1, acompañada de 4-7 subcentrales hacia el ápice de la aréola .... *M. pilispina* J. A. Purpus
        EE. Tallo de 3-4 cm de diámetro; espinas centrales 1-4, o ausentes .... *M. albicoma* Boed.

AA. Axilas de los tubérculos no setosas.
  F. Espinas radiales 25 a 30; espinas centrales siempre presentes; plantas algo cespitosas.
    G. Espinas radiales 25 a 27, de 6 a 7 mm de longitud .... *M. cielensis*
    GG. Espinas radiales 27 a 30, menores de 5 mm de longitud .... *M. vetula* Mart.
  FF. Espinas radiales 12 a 16, espinas centrales frecuentemente ausentes; plantas profusamente cespitosas .... *M. gracilis* Pfeiff.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Biól. Omar González Zorzano por elaborar la diagnosis en latín, a los revisores anónimos de esta revista por sus observaciones, al Dr. Helmut Rogozinski por las facilidades otorgadas para la toma fotográfica en microscopia electrónica de semillas, y al apoyo obtenido del proyecto CONAFOR-CONACYT No.69969.

LITERATURA CITADA

Anónimo. 2001. Diagnóstico ecológico del estado de Tamaulipas. Gobierno del Estado de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 267 pp.

Anónimo. 2002. Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas. Serie III. Secretaría de Programación y Presupuesto, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

Bravo, E. H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991. Las cactáceas de México. Tomo III. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 643 pp.

Butterworth, C. y R. S. Wallace. 2004. Phylogenetic studies of *Mammillaria* (Cactaceae) - insights from chloroplast sequence variation and hypothesis testing using the parametric bootstrap. Amer. J. Bot. 91(7): 1086-1098.

Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 315 pp.

Hunt, D. 1997. *Mammillaria*. Postcripts 6: 1-20.

Hunt, D., N. P. Taylor y G. Charles. 2006. The new cactus lexicon. DB Hunt Books. Milborne Port, UK. 373 pp.

Lüthy, J. M. 1995. Taxonomische Untersuchung der Gattung *Mammillaria* Haw. Tesis de doctorado. Universität Bern. Bern, Suiza. 230 pp.

Lüthy, J. M. 2001. A revised classification of the ‘‘primitive’’ mammillarias. J. Mammillaria Soc. 41: 6-7.

Martínez-Ávalos, J. G., H. Suzán, J. Jiménez, A. Mora, H. Hernández y A. P. Vovides. 1996. Le Cactaceae della Riserva della Biosfera “El Cielo”. Piante Grasse 16(6): 82-91.

Pilbeam, J. 1999. *Mammillaria*.The cactus file. Handbook No. 6. Cirio Publishing Services. Ltd. Southampton. 376 pp.

Puig, H. y R. Bracho. 1987. El bosque mesófilo de montaña del estado de Tamaulipas. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. 179 pp.

Reppenhagen, W. 1991-1992. Die Gattung *Mammillaria*. Monographie. Druckerei Steinhart. Titisee-Neustadt, Alemania. 2 vols.

Recibido en enero de 2010.

Aceptado en mayo de 2011.



NORMAS EDITORIALES E INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Acta Botanica Mexicana es una publicación del Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de *Acta Botanica Mexicana*, en el entendido de que todos los autores están de acuerdo en su publicación; las contribuciones deberán ser originales e inéditas y no haber sido publicadas ni enviadas simultáneamente a otra revista para su publicación. Los artículos serán evaluados por pares, en principio los árbitros mantendrán su anonimato. Toda contribución deberá ajustarse a las siguientes normas e instrucciones.

NORMAS

Principalmente se publicarán artículos escritos en español, aceptándose cierta proporción de trabajos redactados en inglés, francés o portugués. Todo trabajo recibido por el Comité Editorial merecerá un inmediato acuse de recibo.

El Comité Editorial considerará, en primera instancia, la presentación y el estilo del artículo. Posteriormente será sometido a un sistema de arbitraje por pares. En el referéndum participarán dos científicos especialistas en el tema, cuyas opiniones serán consideradas para la aceptación del trabajo. En caso de divergencia entre los árbitros, el artículo y las opiniones serán presentadas a un tercer revisor. Cuando el trabajo haya sido aceptado, el manuscrito con los dictámenes de los revisores se enviará a los autores para realizar las modificaciones pertinentes. Si la versión corregida no fuera devuelta en los seis meses posteriores a la recepción de la revisión se considerará que el trabajo ha sido retirado para su publicación. La decisión final sobre la aceptación de un trabajo corresponderá al propio Comité Editorial, tomando en cuenta las opiniones de los revisores.

El orden de publicación atenderá a las fechas de recepción y aceptación del trabajo. La fecha de recepción corresponde a la versión que cumple con los requerimientos de presentación y estilo solicitados por la revista. Cuando el trabajo sea aceptado para su publicación, el autor principal será notificado por escrito del número de revista en el que aparecerá y los costos derivados del derecho de página y compra de sobretiros.

No se aceptarán trabajos que, pudiendo integrarse como unidad, sean presentados por separado en forma de pequeñas contribuciones o notas numeradas. Asimismo, no serán aceptadas contribuciones preliminares o inconclusas, que sean factibles de terminar a mediano o corto plazos. Todo trabajo rechazado para su publicación no será aceptado con posterioridad.

INSTRUCCIONES

Enviar el escrito, incluyendo las imágenes y cuadros, en versión electrónica (en formato Word o RTF). La versión impresa puede ser enviada, pero no es indispensable. Las imágenes (ilustraciones en dibujo de línea, fotografías, gráficas y mapas), además deberán enviarse como archivos separados del documento de texto; en su presentación considere el formato de la revista. Los originales eventualmente pueden ser requeridos en cualquier etapa del proceso editorial.

El texto deberá ir a doble espacio, con letra de 12 puntos, en tamaño carta (21.5 x 28 cm), con márgenes de 3 cm, numeradas consecutivamente desde los resúmenes hasta la literatura citada. La carátula incluirá el título en español y en inglés, el nombre completo del autor o autores, créditos institucionales, dirección postal y electrónica. Favor de especificar el autor de contacto. Las leyendas

de las ilustraciones se concentrarán todas en secuencia numérica en una (o varias) hojas por separado. La ubicación aproximada de cada figura deberá señalarse en el texto, anotando el número de figura en el margen izquierdo.

El texto debe incluir un resumen en el idioma en el que está escrito y/o en español, con una extensión proporcional a la del trabajo. Si el artículo está escrito en inglés, francés o portugués, se recomienda un amplio resumen en español.

Los dibujos de línea y las fotografías deberán tener resoluciones mínimas de 600 y 300 dpi respectivamente y guardarse con la extensión .tiff. Las gráficas y mapas generados en programas de análisis estadístico o sistemas de información geográfica, deberán entregarse en los formatos eps o pdf; si se incluyen gráficas en Excel, deberán también presentarse en el mismo formato de este programa. La publicación de imágenes en color implica un costo adicional; se recomienda agruparlas en láminas, evitando su presentación en forma aislada.

Para consignar las referencias bibliográficas en el texto se empleará el estilo Harvard. En el apartado de Literatura Citada las citas se presentarán en orden alfabético, según las primeras letras del apellido del primer autor. Todas las referencias en el texto deberán aparecer en esta sección y viceversa.

Cada componente de una cita, según se trate de un artículo, libro, tesis, etc., se separará con un punto. El orden de dichos componentes es en el caso de artículos: autor(es), año de publicación, título del artículo, nombre abreviado de la revista, volumen y páginas (separando volumen de página con dos puntos); en el de libros: autor(es), año, título, nombre del editor (si existe), número de la edición (si no es la primera), nombre y ubicación de la editorial (Ed.) o de la Institución donde se imprimió la obra y paginación total o específica si sólo se consultó parte de la obra. Para las referencias electrónicas se sigue el patrón básico de un libro, incluyendo la dirección en internet y la fecha de consulta.

Todo trabajo de tipo taxonómico deberá ajustarse a la última edición del Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

La contribución deberá estar redactada y escrita correctamente y sin errores. Se sugiere que el borrador del artículo se someta a la lectura de por lo menos dos personas con experiencia en la redacción de trabajos similares. Para cualquier duda referente a la presentación de los escritos consulte la página de la revista: http://www1.inecol.edu.mx/abm

COSTOS DE PUBLICACIÓN Y SOBRETIROS

El Instituto de Ecología no pretende lucrar con la publicación de *Acta Botanica Mexicana*; a través de la solicitud de una contribución institucional para el financiamiento de cada publicación, sólo trata de recuperar una parte de los gastos derivados de dicha actividad.

La cuota por concepto de derecho de página es de $20.00 para México y $ 16.00 u.s.d. para el extranjero, quedando sujeta a cambios posteriores acordes con el aumento de los costos de impresión y relativos. El monto de la contribución se indicará junto con la aceptación definitiva del trabajo, de manera que el autor disponga de tiempo para tramitar esta ayuda.

Se obsequiarán a los autores 25 sobretiros por artículo. Si se desean sobretiros adicionales éstos se cobrarán al costo de impresión de los mismos. Al devolver a los editores las pruebas de plana corregidas, cada autor deberá incluir el importe determinado para la publicación de su trabajo y de los sobretiros extras solicitados.

Enviar correspondencia a: *Acta Botanica Mexicana*. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Apartado postal 386, Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán. correo electrónico: rosamaria.murillo@inecol.edu.mx

Acta Botanica Mexicana Núm. 97
consta de 500 ejemplares y fue impresa en la
Imprenta Tavera Hermanos, S.A. de C.V.
Av. Lázaro Cárdenas Núm. 3052
Morelia, Mich.
el mes de octubre de 2011



Toda correspondencia referente a suscripción, adquisición de números o canje, debe dirigirse a:

Acta Botanica Mexicana
Instituto de Ecología, A. C.
Centro Regional del Bajío
Apartado postal 386
61600 Pátzcuaro, Michoacán, México
rosamaria.murillo@inecol.edu.mx
Suscripción anual: México $300.00 Extranjero $30.00 U.S.D.

Acta Botanica Mexicana es una publicación trimestral, octubre 2011. Editor responsable: Jerzy Rzedowski Rotter. Composición tipográfica: Violeta Espinosa Cardoso. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2004-0719192751000-102. Número de Certificado de Licitud de título: 13454. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 11027. Domicilio de la publicación: Ave. Lázaro Cárdenas 253, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Tel. (434) 3 42 26 98. Imprenta: Imprenta Tavera Hermanos, S.A. de C.V. Ave. Lázaro Cárdenas 3052, Col. Chapultepec Sur, 58260 Morelia, Michoacán, México. Distribuidor: Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Ave. Lázaro Cárdenas 253, apdo. postal 386, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. http://www1.inecol.edu.mx/abm



Acta Botanica Mexicana, Núm. 97 (2011)

CONTENIDO